



Kampweg 5  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg

www.tno.nl

T 0346 356 211  
F 0346 353 977  
Info-DenV@tno.nl

**TNO-rapport**

**TNO-DV3 2005 A261**

Toetsing van adaptieve teamconcepten door middel  
van simulatiemodellen : een verkenning

**DISTRIBUTION STATEMENT A**  
Approved for Public Release  
Distribution Unlimited

Datum	februari 2006
Auteur(s)	dr. J. van den Broek
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Vastgesteld door	drs. J.H. van Delft, programmaleider V206, TNO Defensie en veiligheid
Vastgesteld d.d.	21-12-2005
Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Samenvatting	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	-
Exemplaarnummer	7
Oplage	12
Aantal pagina's	45 ( excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	-

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2006 TNO

AQ F06-12-0472

# Toetsing van adaptieve teamconcepten door middel van simulatiemodellen : een verkenning



## Probleemstelling

De Koninklijke Marine (KM) moet zich erop voorbereiden om in de nabije toekomst met minder mensen een veelheid aan veeleisende missies te kunnen uitvoeren in nieuwe en onbekende omgevingen en verbanden. Bovendien zal de hoeveelheid en complexiteit aan beschikbare informatie toe gaan nemen en komen er andere soorten informatie beschikbaar, in andere presentatievormen.

Om op deze toekomst voorbereid te zijn, wil de KM voor toekomstige schepen beschikken over flexibele taakallocatiemechanismen. Taakallocatie is gericht op het verdelen van taken over mensen en middelen. Tot nu toe wordt met min of meer vaste taakallocatieschema's gewerkt in standaard teams. De nieuwe vormen van taakallocatie moeten dynamische teams mogelijk maken, die beter in staat zijn zich aan te passen aan veranderlijke missieomstandigheden.

In dit project onderzoekt TNO Defensie en Veiligheid de haalbaarheid van het toetsen van adaptieve teamconcepten door middel

van simulatiemodellen. Simulatiemodellen worden gebruikt om de effectiviteit van systemen die nog in een conceptuele fase van ontwikkeling zijn te kunnen voorspellen.

## Beschrijving van de werkzaamheden

Op basis van een literatuurstudie is een overzicht gemaakt van de belangrijkste karakteristieken en de hoofdvragen waarop simulatiemodellen een antwoord moeten geven.

De ontwikkeling van dynamische teams is gebaseerd op de visie dat organisaties die in staat zijn zich aan te passen aan hun omgeving beter presteren en meer kans maken hun doelen te bereiken. Een organisatie kan zich op verschillende niveaus aanpassen:

- De taakuitvoering kan worden aangepast, door de individuele taakuitvoerder te motiveren (bijvoorbeeld, door het uitoefenen van leiderschap) maar ook door meer taakondersteuning te bieden,

- Het takenpakket kan worden aangepast door een andere planning en het stellen van prioriteiten,
- Het werk kan op een andere manier over de beschikbare mensen en middelen worden verdeeld,
- De structuur kan worden veranderd door functies en verantwoordelijkheden anders te verdelen.

## Resultaten en conclusies

De conclusie van deze studie is, dat simulatiemodellen een essentiële analytische stap vormen op weg naar de daadwerkelijke toepassing van adaptieve teams.

Computersimulaties zijn bij uitstek geschikt om op richtinggevende vragen een antwoord te vinden. Simulatiemodellen zijn dynamische modellen die net als ieder ander model een abstracte en vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid zijn. Het is deze 'versimpeling' die het mogelijk maakt om inzicht en kennis te ontwikkelen in deze complexe materie. Simulatiemodellen bieden een grote experimentele vrijheid doordat een grote hoeveelheid variabelen kan worden ingezet en 'what-if'-analyses kunnen worden uitgevoerd zonder dat daar proefpersonen bij te pas komen.

Teamconcepten worden getoetst door gebruik te maken van teammodellen die weergeven hoe het werk over teamleden wordt verdeeld, hoe er wordt samengewerkt en welke communicatie en coördinatie deze samenwerking vereist.

Doordat teammodellen reageren op een missieomgeving, opgevat als een reeks



**Toetsing van adaptieve teamconcepten door middel van  
simulatiemodellen : een verkenning**

gebeurtenissen, wordt het mogelijk om de effecten van verschillende teamconcepten onder variërende omstandigheden te toetsen. Op basis van deze inzichten kunnen oplossingsrichtingen worden geformuleerd en wordt beter inzicht verkregen in de factoren die een rol spelen en in de belangrijkste mechanismen. Doordat simulaties uitgaan van een sterk vereenvoudigd model dat vooral gericht is op ‘taakverdeling’ en ‘werkbelasting’, dient deze analytische methode als ‘eerste-ordebenadering’; het geeft inzicht in mogelijke oplosrichtingen. Voor een ‘volledige’ beantwoording en validatie zijn ook andere vormen van experimenten nodig. Gezien de vele oplosrichtingen en variabelen zijn simulaties een goed middel om de oplosruimte te verkleinen door inzichtelijk te maken welke concepten de meeste potentie hebben. Op basis van dit inzicht kunnen gerichte ‘human-in-the-loop’-experimenten opgezet worden.

**Toepasbaarheid**

Op basis van het in deze studie beschreven simulatiemodel zullen in de volgende fase van het programma ‘Mens-Systeem Taakintegratie’ simulatie-experimenten worden uitgevoerd. Voor dit doel zijn in deze studie experimenten beschreven, die op specifieke onderzoeksvragen antwoord moeten geven. Doordat het simulatiemodel en de elementen generiek zijn beschreven, kunnen deze ook voor andere toepassingen, binnen en buiten de KM, worden gebruikt. Hierbij kan men denken aan het ontwikkelen en toetsen van (dynamische) organisatievormen voor specifieke platforms (OPV), verkeerscentrales en meldkamers. Voorwaarde is dan wel, dat het taakmodel en de specifieke scenario’s die worden gebruikt worden vertaald.

Contact en rapportinformatie

Kampweg 5  
Postbus 23  
3769 ZG Soesterberg

T 0346 356 211  
F 0346 353 977

Info-DenV@tno.nl

TNO-rapportnummer  
TNO-DV3 2005 A261

Opdrachtnummer  
-

Datum  
februari 2006

Auteur(s)  
dr. J. van den Broek

Rubricering rapport  
Ongerubriceerd

PROGRAMMA	PROJECT
Programmabegeleider KLTZ J.J. Teertstra, CAMS-ForceVision	Projectbegeleider N.v.t.
Programmaleider drs J.H. van Delft, TNO Defensie en Veiligheid	Projectleider dr. J. van den Broek, TNO Defensie en Veiligheid
Programmatitel Mens-Systeem Taakintegratie	Projecttitel Nieuwe organisatie en werkwijze
Programmanummer V206	Projectnummer 013.64060
Programmaplanning Start 01-09-2003 Gereed 31-12-2007	Projectplanning Start 01-01-2004 Gereed 31-12-2007
Frequentie van overleg Met de programmabegeleider werd 4 maal gesproken over de invulling en de voortgang van het onderzoek.	Projectteam dr. J. van den Broek, drs. Ing. G.J.H. van den Dobbelssteen, dr. W.M. Post

## Samenvatting

### **Vraagstelling:**

Om toekomstige uitdagingen het hoofd te kunnen bieden heeft de KM behoefte aan nieuwe dynamische vormen van organisatie en werkwijze. De doelstelling van dit project is het ontwikkelen van nieuwe organisatie en werkwijze gericht op toekomstige schepen van de KM. De teamconcepten die ontwikkeld worden, dienen integraal toepasbaar te zijn voor functies in de Commando Centrale (CC), Technische Centrale (TC) en Brug.

### **Werkwijze:**

De ontwikkelde teamconcepten dienen te worden getoetst op effectiviteit en efficiëntie. Hiervoor is een analytisch toetsingskader ontwikkeld dat bestaat uit een vijftal modellen: taakmodel, bemanningsmodel, organisatiemodel, middelenmodel en omgevingsmodel. De simulatiemodellen analyseren de prestaties van teams onder verschillende scenariocondities. Het primaire doel van de simulatiemodellen is om vast te stellen welke organisatie en werkwijzen het best passen bij bepaalde omgevingkenmerken en hoe en wanneer een organisatie het best kan worden aangepast om zo effectief mogelijk te zijn.

### **Resultaten:**

Op basis van literatuur op gebied van adaptieve organisaties en het ontwerpen van effectieve organisaties, is een overzicht gemaakt van elementen die een simulatieomgeving zou moeten bevatten. Het ontwerpmodel en de elementen die zijn beschreven zullen worden gebruikt om in de volgende fase van het Mens-Systeem Taakintegratie programma simulatie-experimenten te gaan uitvoeren. Daarvoor, zijn een aantal experimenten beschreven, die op specifieke onderzoeksvragen een antwoord moeten geven.



## Summary

### **Purpose:**

In order to face-up-to future mission challenges, the RNLN needs new dynamic organizations and ways of work on board of future vessels. The aim of this project is to develop new team concepts. The concepts need to integrate and address the functions of the Command Information Centre, Technical Centre, and bridge.

### **Methods:**

The team concepts need to be verified. For this purpose we developed an analytical framework that consists of five models: task model, crew mode, organisation model, resource model, and an environment model. The primary goal of the simulation models is to determine, which organizational structures best fit the demands of different mission environments and how and when these changes best are to be effectuated.

### **Results:**

Based on literature on adaptive organizations and the design of effective and stress resistant organisations, we presented an overview of elements that a simulation environment should contain. The design model and the elements described will be applied in simulation runs that are planned for the next phase of the Human-system task integration program. For this purpose, a number of experiments have been formulated that seek answers on specific research questions.

# Inhoudsopgave

	<b>Managementuittreksel.....</b>	<b>2</b>
	<b>Samenvatting.....</b>	<b>4</b>
	<b>Summary .....</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Adaptieve teamconcepten.....</b>	<b>11</b>
2.1	Aanpassen van teams.....	13
2.2	Dynamisch aanpassen van teams.....	14
2.3	Literatuur overzicht .....	17
2.4	Samenvatting .....	20
<b>3</b>	<b>Het ontwerpen van effectieve organisaties .....</b>	<b>22</b>
3.1	Het organisatieprobleem.....	22
3.2	Structuurkenmerken.....	23
3.3	Procedurele kenmerken.....	25
3.4	Het beoordelen van organisatiestructuren.....	27
<b>4</b>	<b>De elementen van een simulatieomgeving.....</b>	<b>31</b>
4.1	Taakmodel .....	31
4.2	Uitvoerdersmodel .....	34
4.3	Organisatiemodel .....	34
4.4	Middelenmodel .....	35
4.5	Scenario .....	35
<b>5</b>	<b>Simulatie-experimenten in IPME.....</b>	<b>37</b>
5.1	Scenario .....	37
5.2	Teamconcept.....	37
5.3	Beperkingen van de ‘discrete event’ simulatie .....	38
5.4	Toetsing van adaptieve teamconcepten. ....	38
<b>6</b>	<b>Samenvatting en conclusie .....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>Referenties .....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>Ondertekening.....</b>	<b>45</b>

# 1 Inleiding

De Koninklijke Marine (KM) moet zich op een toekomst voorbereiden waarin ze met minder mensen een veelheid aan veeleisende missies moet kunnen uitvoeren in nieuwe en onbekende omgevingen en verbanden. Bovendien zal de hoeveelheid en complexiteit aan beschikbare informatie toe gaan nemen (mede als gevolg van verbeterde sensoren en ICT) en komen er andere soorten informatie beschikbaar (over bijvoorbeeld 'Fast Inshore Attack Craft of Tactical Ballistic Missiles'), in een ander format (multimedia, minder gestructureerd). Ook zal de tijdsdruk toenemen doordat de KM in toenemende mate zijn besliscyclus op wil kunnen leggen aan die van de tegenstander. Om aan deze verwachtingen te kunnen voldoen, wil de KM beschikken over vormen van dynamische (of adaptieve dan wel flexibele) taakallocatie en nieuwe taakintegratieconcepten gericht op toekomstige schepen.

Taakallocatie is het verdelen van taken over mensen en middelen. Tot nu toe wordt met min of meer vaste taakallocatieschema's gewerkt. *Dynamische taakallocatie* houdt in: het bewust heralloceren van taken om uitvoeringsproblemen die ontstaan of die worden voorzien tijdens missies zo goed mogelijk op te vangen. Uitvoeringsproblemen kunnen ontstaan doordat de situationele omstandigheden sterk zijn veranderd of omdat de menselijke werkbelasting vergroot wordt door een geheel of gedeeltelijke uitval van mensen en middelen. *Taakintegratie* is het integreren van taken: wat eerst als afzonderlijke taken werd uitgevoerd wordt nu als geïntegreerde taak uitgevoerd.

Het toepassen van dynamische taakallocatie en taakintegratie zal gepaard gaan met een aanzienlijke bemanningsreductie en een benodigde vergrote flexibiliteit en adaptiviteit in de taakuitvoering (afhankelijk van missie en scenario) van teams. Adaptieve teams zullen beter in staat zijn aan te passen aan veranderlijke missieomstandigheden, waarmee de kans dat missiedoelen bereikt worden wordt vergroot.

Met de ontwikkeling van adaptieve teamconcepten is nog een tweede doel gediend, namelijk de functie-integratie van de brug, de commandocentrale (CC), en de technische centrale (TC). Het uiteindelijk beoogde doel is een teamconcept dat in staat is de brug-, CC- en TC-functies volledig uit te voeren en daarbij flexibel genoeg is om zich aan verschillende missies en situationele omstandigheden te kunnen aanpassen.

De manier waarop dynamische taakallocatie wordt vormgegeven en hoe daar over wordt gecommuniceerd, hangt sterk af van de 'locatie' van de teamleden. Als de teamleden zich, zij-aan-zij, in een gedeelde operationele ruimte bevinden dan zal de communicatie over de herverdeling van taken op een andere manier verlopen dan in het geval de teamleden over verschillende operationele ruimtes zijn verdeeld. In het laatste geval zal de communicatie via een bepaald medium verlopen en spelen we van gemedieerde communicatie. Gemedieerde communicatie kan, afhankelijk van de rijkheid van het medium (b.v. voice, video) (McGrath & Hollingshead, 1993), van invloed zijn op bepaalde aspecten van het proces (Baltes, Dickson, Sherman, Bauer, & LaGanke, 2002). De communicatie over dynamische taakallocatie en de eventuele procesondersteuning die geboden kan worden vereist een apart onderzoek en wordt in deze studie buiten beschouwing gelaten. Dit rapport gaat uitsluitend in op de strategieën en methoden van dynamische taakallocatie.

Een operationeel 'Brug-CC-TC-team' wordt als een socio-technisch systeem gezien. De socio-technische systeembenadering gaat ervan uit dat elke organisatievorm zowel over een technisch als een sociaal systeem moet beschikken om mensen met elkaar en met de

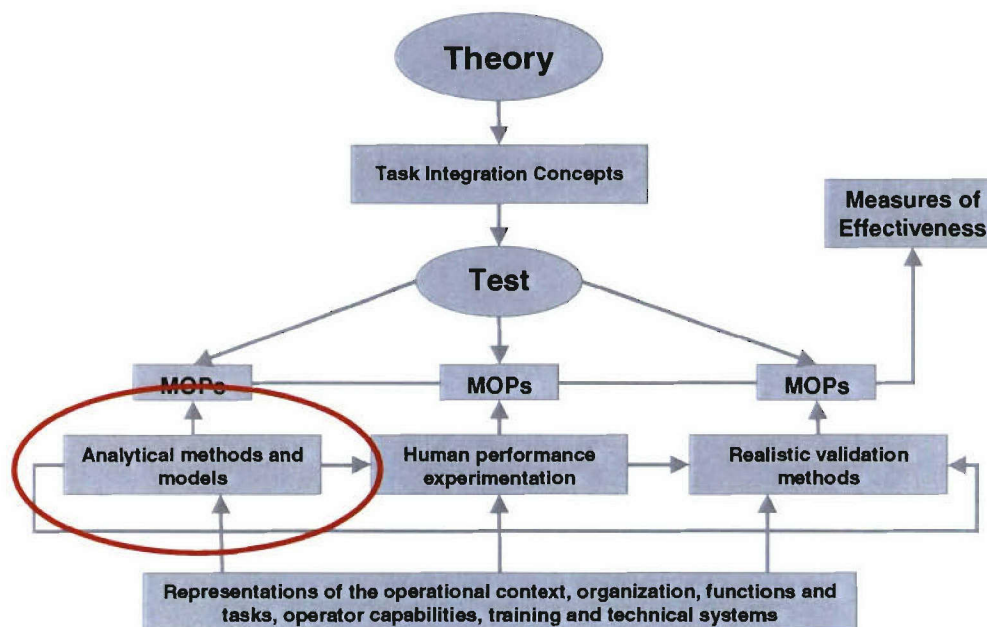


techniek te verbinden. Dit betekent, dat een analyse gemaakt dient te worden van de optimale samenwerking tussen gebruikers en een toekomstig kennisintensief Combat Management Systeem. Omdat een beschrijving van de technologie achterhaald is zodra deze op papier staat, dient een ontkoppeling van de huidige technocycli plaats te vinden. Deze ontkoppeling wordt bereikt door te redeneren vanuit de gebruiker in zijn taakomgeving en vanuit het beeld dat de gebruiker heeft van de taak die moet worden uitgevoerd, in plaats van vanuit de technologie. Bij de ontwikkeling van strategieën en methoden wordt uitgegaan van gebruikerscompetenties, voor variabele niveaus van vooronderstelde functieallocatie.

De doelstelling van programma V206 'Mens-systeem taakintegratie' (MSTI) is: *Het ontwikkelen van generieke en technologie-onafhankelijke gevalideerde strategieën en methoden voor flexibele functieallocatie en ondersteuning tussen enerzijds mens en machine en anderzijds teams van mensen aan boord van toekomstige schepen.*

Voor dit doel zijn binnen het programma drie verschillende toetsingsinstrumenten opgenomen (zie figuur 1):

- 1 *Analytische methoden en modellen.* De toepassing van computersimulatie die de effecten van taakintegratieconcepten kunnen aantonen.
- 2 *Human performance experimenten.* Experimenten en modellen die het functioneren en de prestaties van mensen in kaart brengen, voornamelijk als verkennend onderzoek.
- 3 *Realistische validatie methoden.* Experimenten in de Integrale Commando Omgeving (ICO).



Figuur 1 De drie toetsingskaders binnen het MSTI-programma. Aan de hand van measures of performance (MOP's) worden uitspraken gedaan over de effectiviteit van de getoetste concepten.

Deze studie richt zich op 'analytische methoden en modellen' als experimentele categorie om adaptieve teamconcepten te modelleren en te toetsen. Analytische toetsing houdt in, dat door middel van simulatiemodellen inzicht wordt verkregen in de werking

en de effectiviteit van systemen die nog in een conceptuele fase van ontwikkeling zijn, door prestatie-maten, zoals werklast of uitvoeringssnelheid, te berekenen (Nachreiner, 1995).

Simulatiemodellen zijn dynamische modellen die net als ieder ander model een abstracte en vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid zijn. Deze complexiteitsreductie is gewenst en zelfs noodzakelijk om kennis te kunnen op doen (Essens, 2000; Essens, Post, & Rasker, 2000; Essens, Rasker, Post, & Hoeksema-van Orden, 2000). Welke organisatieelementen in het model moeten worden opgenomen, hangt af van de vraagstelling.

Simulatiemodellen bieden grote experimentele vrijheid doordat grote variaties aan variabelen kunnen worden geanalyseerd en 'what-if' analyses kunnen worden uitgevoerd. Teamconcepten worden getoetst door gebruik te maken van teammodellen die weergeven hoe het werk over teamleden wordt verdeeld, hoe er wordt samengewerkt en welke communicatie en coördinatie deze samenwerking vereist. Doordat teammodellen reageren op een missieomgeving, opgevat als een reeks gebeurtenissen, wordt het mogelijk om de effecten van verschillende teamconcepten onder variërende omstandigheden te toetsen. Op basis van deze inzichten kunnen oplossingsrichtingen worden geformuleerd en wordt beter inzicht verkregen in de samenhang van factoren.

De centrale vraagstelling van deze studie is:

*Welke werkverdelingsconcepten en methoden en technieken voor taakintegratie dragen significant bij aan de beheersbaarheid van de werkbelasting van de teamleden en de verbetering van de teamprestaties?*

In deze fase van het onderzoek is geen keuze gemaakt ten aanzien van een simulatietechniek of een specifieke simulatieomgeving. Dit rapport beschrijft, vanuit een bepaalde theorie over adaptieve organisaties en over het ontwerpen van effectieve organisaties, de elementen die een simulatieomgeving moet bevatten, hoe deze elementen zijn te variëren en welke inzichten deze variaties opleveren. Pas nadat dit model compleet beschreven is, kan op een onderbouwde manier voor een simulatietechniek gekozen worden. Echter, om de mogelijkheden en grenzen van computersimulatie van adaptieve teamconcepten te bespreken, zal de Integrated Performance and Modelling Environment (IPME) in dit rapport als referentiepunt dienen. Met IPME heeft TNO D&V specifieke kennis en ervaring opgebouwd in eerdere simulatiestudies van samenwerkingsstructuren (Van den Broek, Essens, & Van den Dobbelsteen, 2004a).

IPME is gebaseerd op het idee dat de activiteit van mensen kan worden gemodelleerd als een opeenvolging van afzonderlijke taken (discrete simulatie). Een teamconcept wordt in IPME als een taaknetwerk gemodelleerd waarin taken en hun verbindingen worden beschreven (MAAD, 2001b; MAAD, 2001a). Een verbinding tussen taken houdt in dat als een taak eindigt een andere wordt geactiveerd. Door bepaalde beslislogica toe te passen kan de taakactivatie in het netwerk gestuurd worden, net zoals wissels het treinverloop sturen. Aan taken worden specifieke uitvoerders gekoppeld. Het uitvoeren van een taak brengt een bepaalde werklast met zich mee. Het model voorziet in algoritmen om bij parallelle taakuitvoering de gecombineerde werklast van een uitvoerder te bepalen. Het model voorziet tevens in een dynamische toewijzing van taken aan uitvoerders. Afhankelijk van omstandigheden, bijvoorbeeld de hoogte van de werklast of de moeilijkheid van de taak, kan een taak toegewezen worden aan een andere uitvoerder. Het overdragen van taken tussen uitvoerders vergt communicatie

(informatie-uitwisseling). Ook zal de interne controlestructuur (bijvoorbeeld, een LVO die een toegekende identificatie beoordeelt) tot extra taakuitvoering leiden. De hoeveelheid informatie-uitwisseling die hiermee gemoeid is hangt af van de gekozen structuur van verantwoordelijkheden, expertise en competenties. De manier van samenwerken (het teamconcept) kan op deze manier vertaald worden naar samenwerkingskosten. Teammodellen reageren op een missieomgeving. De dynamiek in een missieomgeving genereert een bepaald werkaanbod voor het teammodel. Zo zal bijvoorbeeld de hoeveelheid contacten in de omgeving, bepalend zijn voor de benodigde resources voor 'surveillance&reconnaissance'. Verder, wordt de werklast van uitvoerders bepaald door specifieke cognitieve processen zoals 'dreigingsanalyse'.

Dit rapport beschrijft in hoofdstuk 2 de noodzaak voor de KM om over adaptieve teamconcepten te kunnen beschikken aan de hand van een overzicht van relevante literatuur op dit gebied. Verder zullen de voor en nadelen worden beschreven en wordt een overzicht gegeven van verschillende 'besturingsmodellen' van het veranderingsproces. Hoofdstuk 3 gaat in op het ontwerpen van effectieve organisaties. Er wordt inzicht gegeven in de theoretische achtergrond van het ontwerpen van effectieve organisaties en wordt inzicht gegeven hoe effectiviteit van een ontwerp kan worden gemeten. Hoofdstuk 4, geeft een overzicht van de elementen die een simulatieomgeving op basis van de ontwerptheorie en samenwerkingstheorie zou moeten bevatten. Deze beschrijving is onafhankelijk van een specifieke simulatieomgeving. Hoofdstuk 5, gaat in op de manier waarop de beschreven elementen samenkomen in IPME, en beschrijft de mogelijkheden die een dergelijke simulatieomgeving heeft. Verder wordt een overzicht gegeven van de mogelijke experimenten en relevante onderzoeksvragen die in de volgende fase van de studie aan de orde zullen komen.



## 2 Adaptieve teamconcepten

De ontwikkeling van adaptieve teamconcepten sluit aan bij de, in contingentietheorieën geformuleerde, visie dat organisaties die in staat zijn zich aan te passen aan hun omgeving beter presteren en meer kans maken hun doelen te bereiken. Het vermogen zich aan te passen, adaptiviteit, is een proces waarin een team inzicht heeft in de prestaties van de individuen en van het team als geheel en op basis van dat inzicht maatregelen kan nemen om zich aan optredende of verwachte situationele omstandigheden aan te passen.

Voor de aanpassing van teams aan hun omgeving zijn verschillende methoden en technieken beschikbaar die op verschillende niveau's toegepast zijn (Post & Van den Broek, 2005).

- 1 Allereerst kan de *taakuitvoering* worden aangepast. Dat kan door de individuele taakuitvoerder te motiveren (bijvoorbeeld, door het uitoefenen van leiderschap) maar ook door meer taakondersteuning te bieden.
- 2 Verder kan de uitvoering van het *takenpakket* worden aangepast. Dat kan door de planning en scheduling van de werkzaamheden te veranderen en door het stellen van prioriteiten op basis van urgentie en belang. Als bijvoorbeeld een technisch systeem uitvalt, kan er voor worden gekozen een back-up systeem in te schakelen en de probleemdiagnose en het systeemherstel uit te stellen tot er meer tijd beschikbaar is.
- 3 Het derde niveau is aanpassing van de *taakverdeling*. Zo kan op een gegeven moment worden ontdekt dat de verdeling van taken over mensen en middelen niet voldoet en er moet worden geheralloceerd. Als bijvoorbeeld bij de beeldopbouw een achterstand ontstaat in niet verwerkte contacten kan iemand inspringen om de achterstand in te lopen. Een ander voorbeeld is dat onder bepaalde omstandigheden (slecht weer, druk maritiem verkeer) een extra uitkijk wordt geposteed om de stuurman te ontlasten en zo de veiligheid te vergroten.
- 4 Als vierde mogelijkheid kan de *teamorganisatie* worden aangepast. Aanpassingen op dit niveau worden verricht als wordt geconstateerd dat met de huidige organisatie de missie niet tot een goed einde is te brengen waardoor er bijvoorbeeld extra mensen en middelen nodig zijn en dat wellicht nieuwe bevoegdheden en verantwoordelijkheden (crisismanager) nodig zijn of dat deze anders moeten worden verdeeld. Als voorbeeld kan er redundantie in de besluitvorming worden gecreëerd door de besluitvorming door afzonderlijke mensen te laten uitvoeren en de uitkomsten te vergelijken. Verschil van inzicht kan aan het licht brengen dat er informatie over het hoofd is gezien. Onder bepaalde omstandigheden kan het nodig zijn om de kwaliteit van de besluitvorming op deze manier te verhogen. Door het verleggen van verantwoordelijkheden kan de *teamstructuur* worden aangepast. Concreet kan men hierbij denken aan het opsplitsen van luchtverdediging en oppervlakteverdediging door voor ieder domein een eindverantwoordelijke aan te wijzen (LVO, CCO) of juist een eindverantwoordelijke voor beide domeinen. In de studie commandovoering (V902) zijn dergelijke teamconcepten uitgewerkt voor de CC (Van den Broek et al., 2004a).
- 5 Ten slotte, als de adaptieve mogelijkheden op teamniveau zijn uitgeput, bestaat de mogelijkheid om functies als geheel (bijvoorbeeld 'luchtverdediging') af te stoten naar een ander team (platform, helikopter). Een dergelijke oplossing brengt ons op het niveau van functieallocatie binnen de *taakgroep*. Naast her-allocatie binnen de taakgroep is her-allocatie tussen platformen en de wal mogelijk. Ook op deze

organisatieniveaus zijn vormen van adaptiviteit mogelijk en gewenst. Dit niveau wordt in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten.

De Amerikaanse studie 'Adaptieve Architectures for Command and Control' (A2C2) volgt een vergelijkbare aanpak door onderscheid te maken tussen *strategische* en *structurele* aanpassing. Strategische aanpassing wordt door Entin et al. (2003) breed gezien, waarbij lange en korte termijn oplossingen worden gecombineerd. Genoemd worden: aanpassing van de individuele taakuitvoering door de ontwikkeling van motivatie, competenties en computerondersteuning, de aanpassing van de planning en prioritering binnen het takenpakket en aanpassing van de taakverdeling over mensen en middelen. In het proces van adaptiviteit kan ook ontdekt worden dat de huidige *organisatie* niet toereikend is om het gehele takenpakket uit te voeren, en het organisatiemodel opnieuw moet worden ontworpen. In dat geval is er sprake van een incongruentieprobleem. Een *incongruentieprobleem* is een probleem waarvan de oplossing een structurele aanpassing vereist (Entin et al., 2003), dat wil zeggen een aanpassing van functies en verantwoordelijkheden op het organisatieniveau.

Een mogelijke negatieve effect van dynamische taakallocatie is, dat acties te laat worden uitgevoerd omdat het allocatieprobleem slechts vanuit een 'resource' probleem wordt benaderd wat ten koste gaat van alternatieve taakmanagementtechnieken zoals 'scheduling' (Hildebrandt & Harrison, 2002). Dit kan worden ondervangen met 'critical-event' strategieën. Dergelijke strategieën gaan uit van betrouwbare modellen die een potentieel 'performance' probleem voor het mens-machine systeem kunnen vaststellen. Dat gebeurt op basis van 'critical events'. Stel dat een fregat over een systeem beschikt dat ondieptes kan vaststellen dan zou op basis van 'vaart en koers' de mogelijkheid van 'grounding' kunnen worden vastgesteld. Op een dergelijk critical-event kan op drie manieren door het mens-machine systeem worden gereageerd (Inagaki, 2003):

- 1 De noodsituatie respons (emergency logic): het systeem grijpt in zonder menselijk initiatief of interventie.
- 2 De uitvoeringsrespons (executive logic): de sub-processen die nodig zijn om te kunnen interveniëren worden automatisch opgestart. Het besluit om in te grijpen wordt door de mens genomen.
- 3 De automatische display respons (automated display logic): alle niet-kritische display handelingen worden automatisch uitgevoerd, zodat de mens zich kan concentreren op de meest belangrijke taak.

Een ander mogelijk negatief effect is het verlies van standaardprocedures. Het van belang van standaardprocedures is om snel – dus zonder verlies van coördinatietijd – op standardsituaties te kunnen reageren. Een 'zipco call' is een voorbeeld van een standaardprocedure: na detectie van een inkomende raket wordt een taaksequentie gestart waarbinnen iedereen weet welke taak moet worden verricht om de aanval te pareren. Deze procedures worden vooraf vastgelegd en getraind zodat tijdens de uitvoering geen tijd verloren gaat met overleg en aanpassingen.

De conclusie is daarom, dat aan een adaptief team de randvoorwaarde moet worden gesteld dat het zowel flexibel als robuust moet zijn en dat de performance centraal zal moeten staan.

## 2.1 Aanpassen van teams

Het aanpassen van teams wordt gezien als een (ontwerp) proces waarin de taakuitvoering doelgericht wordt aangepast aan de missiedoelstellingen of optredende of verwachte situationele omstandigheden. Het kenmerk van een ontwerpproces is, dat binnen een kader van randvoorwaarden en criteria gezocht wordt naar een optimale of zo optimaal mogelijke oplossing. Om het ontwerpproces beheersbaar te houden wordt het opgedeeld in drie fasen: functioneel-, conceptueel- en detailontwerp (Post & Van den Broek, 2005).

- Het *functionele ontwerp* houdt in dat bepaald wordt welke functies en verantwoordelijkheden nodig zijn om een missie te kunnen uitvoeren, bijvoorbeeld surveillance & reconnaissance, luchtverdediging.
- Op het *conceptuele niveau* wordt de taakuitvoering beschreven. Hier worden keuzes gemaakt over *hoe* de mensen samenwerken, welke mogelijkheden voor taakallocatie er zijn etc.
- Het *detailontwerp*, ten slotte, bepaalt welke mensen, in termen van competenties, ervaring en opleiding, nodig zijn om de functies te kunnen vervullen en welke (technische) middelen nodig zijn omdat te kunnen doen.

Keuzes die op een bepaald niveau gemaakt zijn, dienen als randvoorwaarden voor het volgende niveau. Dit betekent bijvoorbeeld, dat als in een missie de functie 'onderzeebootbestrijding' wordt toegewezen aan een platform dat de verantwoordelijkheid voor die functie bij een persoon komt te liggen, dat er mensen aanwezig zijn met sonarexpertise en dat er sonarapparatuur aanwezig is etc. Het voordeel van deze driedeling is dat beter kan worden geïdentificeerd op welk niveau aanpassingen gewenst zijn (zie tabel 1).

Tabel 1 In deze tabel zijn het ontwerp perspectief, het aggregatieniveau (beschouwingniveau) en de methoden en technieken samen gebracht.

	Ontwerp perspectief	Aggregatie niveau	Methoden & technieken
<b>Wat</b>	Functioneel niveau	Supra-Team	• Functieallocatie
<b>Hoe</b>	Conceptueel niveau	Team-Individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamstructuur aanpassing</li> <li>• Taakallocatie</li> <li>• Taakset aanpassing</li> <li>• Taakondersteuning</li> </ul>
<b>Waarmee</b>	Detail niveau	Platform	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inrichting operationele ruimte</li> <li>• Werkplek ontwerp</li> <li>• Interface design</li> <li>• Taakmanagers(schedulers)</li> <li>• Performance modellen</li> </ul>

In deze studie richten we ons op het functionele en conceptuele niveau: welke functies worden uitgevoerd en hoe worden ze uitgevoerd. Het team en het teamlid staan hierbij centraal. Voor de aanpassing van de taakuitvoering zijn verschillende methoden en technieken beschikbaar die op verschillende niveau's toegepast kunnen worden.



## 2.2 Dynamisch aanpassen van teams

Het aanpassen van teams wordt als een ontwerpproces gezien waarin de verdeling van taken over mensen en over mensen en middelen wordt bepaald met als doel de functies die zijn toegewezen zo goed mogelijk te kunnen uitvoeren. We kunnen onderscheid maken tussen statische of gefixeerde teamconcepten enerzijds en dynamische of adaptieve teamconcepten anderzijds. Bij het ontwerp van een statisch teamconcept wordt één manier van taakuitvoering bedacht die gedurende de missie min of meer onveranderlijk blijft. Bij een adaptief teamconcept wordt er vanuit gegaan dat tijdens de uitvoering van de missie, aanpassingen, zoals her-allocatie van taken, worden doorgevoerd om uitvoeringsproblemen op te vangen. Los van het feit dat het technische systeem flexibel genoeg moet zijn om zich daaraan aan te kunnen passen – denk bijvoorbeeld aan interface design – brengt dynamische aanpassing een aantal specifieke problemen met zich mee. Hieronder worden vier centrale problemen aan de orde gesteld en wordt aangegeven of en hoe simulatiemodellen hierop een antwoord kunnen geven.

### 2.2.1 *Hoe stel je een prestatieprobleem vast?*

De eerste centrale vraag, als het om dynamische aanpassing gaat, is: hoe kan worden bepaald of er suboptimaal wordt gewerkt en er dus aanpassingen nodig is en hoe kan worden bepaald welke aanpassingen geschikt zijn om de taakuitvoering te verbeteren? Omdat het prestatieprobleem op ieder aanpassingsniveau anders van karakter is vraagt ieder niveau ook een specifieke methode om het prestatie probleem vast te stellen en op te lossen.

#### 2.2.1.1 *Supra-team niveau*

##### 2.2.1.1.1 *Structuur*

Een voorbeeld van supra-team (taakgroep) performance probleem komt uit Amerikaansonderzoek (Entin & Serfaty, 1999), dat zich richt op communicatie-strategieën als 'leading indicators' voor de noodzaak van (structurele) aanpassing. Men kan hierbij denken aan de omschakeling van een divisionele naar een functionele organisatie. Dat houdt in, dat men kiest voor een taakgroep bestaande *multiple* platformen in plaats van uit *multifunctionele* platformen. Op teamniveau is dat te vertalen naar divisionele teams (bijvoorbeeld de huidige M-fregat CC met drie gescheiden warfare secties) en functionele teams die zijn georganiseerd op basis van de hoofdfuncties beeldopbouw, situatie beoordeling, besluitvorming, en actie implementatie. Zie studie CV voor details van dit teamconcept (Van den Broek, Van Delft, Essens, Helsdingen, & Meesen, 2004b).

De vraag is nu of door middel van simulaties kan worden vastgesteld dat een organisatiestructuur niet congruent is aan de externe omstandigheden. Een mogelijke manier zou kunnen zijn om de 'coördinatiekosten' (opgevat als communicatiekosten) van een bepaalde manier van samenwerken (structuur) te bepalen. Door vervolgens een bepaald scenario door verschillende taakallocatieschema's (structuren) te laten uitvoeren en van iedere structuur de coördinatiekosten te bepalen, kan achteraf de mate van congruentie bepaald worden. Een structuur met de minste coördinatiekosten heeft kennelijk de beste fit en heeft een grote mate van congruentie.

Analyse van de resultaten moet inzicht opleveren wat de reden is dat de ene structuur wel en de andere niet congruent is. Deze kennis is noodzakelijk om te kunnen bepalen welke aanpassingen wel en niet gewenst zijn. Een toets van deze kennis kan zijn om

deze toe te passen bij het ontwerpen van een taakallocatieschema dat een minimale of maximale incongruentie laat zien.

#### 2.2.1.1.2 *Resources*

Een andersoortig probleem is de vraag of het team als geheel voldoende resources heeft om een scenario uit te voeren. Als dat niet zo blijkt te zijn, om welke reden dan ook, dan zal een oplossing gevonden moeten worden door een functie over te dragen aan een ander team (platform, walorganisatie). Dit probleem kan worden gesimuleerd door uit te rekenen of voor een bepaalde taakset, een set van uitvoerders en randvoorwaarden een taakallocatieschema wiskundig mogelijk is of niet. Voor een dergelijke analyse lijkt IPME minder geschikt en kan dit beter door middel van een scheduler worden bepaald.

#### 2.2.1.1.3 *Critical events*

Een andere manier om een performance probleem op systeem niveau vast te stellen is om een model te ontwikkelen dat – voor het platform – critical events kan vaststellen. Hierboven is al het voorbeeld gegeven van ‘grounding’, maar men zou ook aan andere vormen van dreiging kunnen denken, zoals een ASM aanval. Een dergelijk event zal de hoogste prioriteit moeten krijgen wat betreft resource allocatie. Doordat de reacties op dergelijke events als rule-based acties in het primaire reactiepatroon vallen – in tegenstelling tot knowledge-based acties in het secundaire niveau – lijken deze actiepatronen goed te automatiseren.

#### 2.2.1.2 *Individueel niveau*

Op individueel niveau, speelt het takenpakket en de individuele performance een rol. Op het niveau van aanpassing van het takenpakket spelen de volgende aspecten een rol:

- Planning /scheduling.
- Prioritering.
- Kosten van taakset wisselingen.

Mogelijke oplossingsrichtingen zijn:

- planning/scheduling ondersteuning (zie boven).
- personal assistant agents (time management).

Om een performance probleem op dit niveau te bepalen kan men denken aan:

- Fysiologische meting van werkbelasting.
- Werk blijft liggen.
- Zelf assessment.
- Observaties van teamleden.

Op het niveau van aanpassing van de taakuitvoering spelen de volgende individuele aspecten een rol:

- Motivatie.
- Concentratie.
- Vermoeidheid.
- Conditie.
- Stress.
- Competentieniveau.
- Taaktraining.

Mogelijke oplossingsrichtingen zijn:

- Aanmoediging / leiderschap.
- Werkomgeving gericht op concentratie (geluidsniveau, beletlamp).
- Doping.
- Taakondersteuning.
- Kennisondersteuning.

Om een performance probleem op dit niveau te bepalen kan men denken aan:

- Zelf assessment.
- Observaties van teamleden.

### 2.2.2 *Zijn de omschakelkosten in overeenstemming met de verwachte prestatieverbetering?*

Omschakelkosten kunnen worden opgevat als de tijd en energie die het aanpassingsproces vergt. De omschakelkosten bestaan uit een planningsfase, implementatiefase en een gewenningsfase. Omdat de omschakelkosten ten koste gaan van de productiviteit en de efficiëntie van de taakuitvoering is de juiste keuze van het omschakelmoment van belang. De vraag of omschakelkosten in een model kan worden aangetoond, hangt af van de operationalisatie. In het model is op te nemen dat een uitvoerder een bepaalde tijd met de planning bezig is en dat het communiceren van het plan een bepaalde tijd en werklast vereist. De gewenning kan geoperationaliseerd worden als miscommunicatie. Bijvoorbeeld, doordat uitvoerders nog niet aan de nieuwe taakverdeling zijn gewend (ga jij hier nu over?), of door het optreden van fouten tijdens het 'inslingeren', of door het niet uitvoeren van taken doordat een ander geacht werd dat te doen, of dat bepaalde events niet worden gesignaleerd omdat systemen niet goed zijn ingesteld, etc. Een andere belangrijke vorm van omschakelkosten is het verlies aan overzicht en informatie. Dit kan zich voordoen in het geval een cognitieve taak zoals 'situatiebeoordeling' aan een ander teamlid wordt overgedragen. Deze persoon zal zich eerst het probleem eigen moet maken, inclusief de historie en de tactische context als mede de beschikbare informatie. Het voordeel van deze vorm van operationalisatie is, dat er een 'lijst' van mogelijke aanpassingsproblemen ontstaat. Het nadeel is dat de omschakelkosten afhankelijk worden van de compleetheid van de lijst en de mogelijkheden deze te implementeren. Door echter operationalisatie tussen modellen gelijk te houden kan wel bepaald worden wat de 'relatieve' omschakelkosten zijn.

### 2.2.3 *Wat zijn juiste aanpassingstermijnen?*

Als aanpassingen zich teveel richten op de korte termijn is het gevaar dat het systeem instabiel kan worden. Doordat aanpassingen op verschillende niveau's plaatsvinden (team en individu) is er niet sprake van één aanpassingscyclus maar van meerdere cycli. Zo zal het ondersteuningsniveau sneller en vaker worden aangepast dan een complete herschikking van taken.

De manier waarop simulatie hier een antwoord op kan geven is door gebruik te maken van omschakelkosten. Zijn omschakelkosten van een specifieke aanpassing hoog dan zal deze niet frequent worden toegepast en zal tevens het omschakelmoment zeer kritisch zijn. Zijn de omschakelkosten echter relatief laag, dan zal sneller geoptimaliseerd worden.

### 2.2.4 *Waar moet de 'locus of control' zich bevinden?*

Hier gaat het om de vraag wie of wat bestuurt het proces van adaptatie? Wie signaleert de noodzaak voor aanpassing? Wie neemt initiatief? Wie communiceert met wie? Etc. We onderscheiden drie aansturingmechanismen: centraal, decentraal en gemedieerd.



- Een centrale aansturing gaat uit van een teamleider die de uitvoeringsprestatie en de werklast van de teamleden volgt. Bij geconstateerde prestatieproblemen kan de teamleider, op basis van zijn kennis van de competenties en de belastbaarheid van de teamleden, deze opheffen door taken te her-alloceren. Dit wordt ook wel het ‘push’ model genoemd. Een variant hierop is de teamleider te vervangen (geheel of gedeeltelijk) door een geautomatiseerde taakscheduler. Nadeel van deze manier van werken is dat de taakscheduler een potentiële ‘bottleneck’ is en dat het ‘push’ karakter de regelruimte van de individuele taakuitvoerder verkleint doordat taken simpelweg op diverse bordjes worden geschoven. Voordeel is, dat de taakscheduler een goed overzicht heeft van de overall prestatie en daarop kan sturen.
- Bij een decentraal mechanisme nemen teamleden zelf initiatief voor bijvoorbeeld taakallocatie. Een taakuitvoerder kan op een gegeven moment constateren dat zijn workload te hoog is en kan dan aan een collega vragen werk over te nemen. Dit wordt ook wel het ‘negotiation’ model genoemd. Een nadeel van dit model is dat er allen gestuurd wordt vanuit lokale gezichtspunten en dat het overleg veel tijd kan kosten.
- De gemedieerde vorm gaat uit van een ‘blackboard’ benadering. Een blackboard is een gedeeld informatiepresentie medium waarop taken die om uitvoering wachten worden gepubliceerd. Taakuitvoerders kunnen uit het ‘taakaanbod’ taken naar zich toetrekken en uitvoeren. Dit wordt ook wel het ‘pull’ model genoemd. Het voordeel van deze methode is dat door het ‘pull’ karakter de regelruimte van de individuele taakuitvoerders intact blijft, terwijl aan de andere kant het taakaanbod ook gestuurd kan worden vanuit overall prestatie-eisen.

Het gaat hier niet alleen om coördinatie en aansturing maar ook om de mogelijke spanning tussen de taakbelasting en *regelruimte* van individuen (taakuitvoering, taakset, taakallocatie sub-team) enerzijds en de regelruimte die de realisatie van missiedoelen toelaat, anderzijds. Bij kritische missieomstandigheden (b.v. een ASM aanval) zal de taakuitvoering optimaal gekoppeld en gecoördineerd moeten zijn voor een effectieve zelfverdediging. De prioriteiten en urgentie die hieruit voortvloeien zijn bepalend voor de taakuitvoering en voor de belasting van de taakuitvoerders. De bewaking van urgente taken kan aan een machine worden toegekend. Het is denkbaar dat een computersysteem aan de commandant meldt dat over maximaal x seconden bepaalde defensieve middelen moeten worden ingezet en als dat niet gebeurt de computer dat zelf zal doen tenzij een menselijke uitvoerder bewust in deze loop ingrijpt. Bij minder urgente missieomstandigheden kunnen individuele taakuitvoerders meer regelruimte krijgen. Deze lijn van redeneren impliceert dat situationele omstandigheden de regelruimte dusdanig kunnen beperken dat er geen ruimte is voor flexibiliteit in de manier waarop de response tot stand komt (zie boven voor toelichting op de ‘critical-event’ benadering).

Simulatiemodellen zijn bij uitstek geschikt om aansturingvarianten te implementeren en te vergelijken op snelheid, coördinatie en afstemming en communicatiekosten. Op deze manier kan geanalyseerd worden welke aansturingvarianten best passend zijn voor welke omstandigheid of tijdsdruk.

## 2.3 Literatuur overzicht

De informatieverwerking theorie (Galbraith, 1973) en de contingentietheorie (Thompson, 1967), richten zich in het bijzonder op het probleem dat het aanbod aan informatie zich vaak moeilijk laat voorspellen. Hoe meer onzekerheid er bestaat hoe

minder een organisatie van tevoren haar werkzaamheden kan plannen en hoe meer informatie er tijdens de taakuitvoering moet worden uitgewisseld. De benadering geeft aan dat wil je goed om kunnen gaan met onverwachte omstandigheden je real-time informatieverwerking moet optimaliseren. Dat kan op verschillende wijze. Hier onder worden een aantal benaderingen besproken die zich met adaptieve organisatie bezig houden.

### 2.3.1 *Structural Contingency Theory*

Dynamische taakallocatie (DTA) kan beschouwd worden als een manier om 'adaptation' in een team (meer algemeen in een organisatie) te krijgen. Adaptation is een kernbegrip in contingentie theorieën. Deze theorieën gaan ervan uit dat er 'congruentie' moet zijn tussen organisaties (teams) en de omgeving (markt, missie e.d.). Congruentie ontstaat als er een goede 'fit' (afstemming) is tussen de organisatiestructuur en de omgeving. Incongruentie echter, ontstaat als er sprake is van een *misfit* tussen structuur en omgeving. Organisaties ontwikkelen strategieën om met incongruentie om te gaan. Een mogelijke strategie is het toenemen van de interne communicatie als gevolg van toenemende behoefte aan coördinatie. Ook een toename van werkdruk en een vermindering van prestaties kan het gevolg zijn van incongruentie. Dat betekent dat organisaties die in staat zijn zich aan te passen aan hun omgeving beter presteren en meer kans maken hun doelen te bereiken. In de 'adaptive architectures for command and control' (A2C2) literatuur wordt met 'aanpassing' vooral structurele aanpassing (structural adaptation) bedoeld (Entin et al., 2003). In de literatuur wordt 'strategical change' gezien als een voorbode van 'structural change' of als een indicator dat structural change nodig is.

Binnen het A2C2 onderzoekprogramma zijn experimenten uitgevoerd waarin missie scenario's zijn gecreëerd die ofwel passend waren (congruent) of niet passend waren (incongruent) met twee organisatie structuren (functioneel, divisioneel). Uit Distributed Decision-making (DDD) simulaties komt naar voren dat in de incongruentie condities de communicatie en werkdruk toenemen en dat de kwaliteit van de uitvoering (aantal taken uitgevoerd e.d.) afneemt. Communicatiestrategieën worden gezien als mogelijke 'leading indicators' die aan de noodzaak van structurele aanpassing vooraf gaan.

Leading indicators zijn als volgt gedefinieerd: '... measures that signal that an organization's structure is no longer congruent with its mission and that change is needed to optimize mission effectiveness. Strategies are interesting potential leading indicators because, when teams sense deterioration in their performance due to stress, increased workload, or other conditions, they tend to attempt to ameliorate these problems by adopting different strategies (Entin et al., 1999)'.

Hoewel boven is opgemerkt dat het contingency uitgangspunt centraal staat in onze benadering van DTA, sluit de A2C2 literatuur niet naadloos aan op de doelstelling van het MSTI-programma. Ten eerste is het organisatieniveau van onderzoek dat van de taakgroep. Verschil tussen een divisionele en functionele organisatie is dat tussen *multiple* platformen en *multifunctionele* platformen. Op teamniveau is dat te vertalen naar divisionele teams (bijvoorbeeld de huidige M-fregat CC met drie gescheiden warfare secties) en functionele teams (nieuwe teamconcept dat de studie CV heeft opgeleverd, zie boven). Ten tweede houdt 'structural change' veranderingen in voor de *lange* termijn. Onze benadering is om niet te switchen tussen organisatietypen maar om deze 'on the fly' te ontwerpen. Maar ook daarvoor is het van belang vroegtijdig te weten of structurele aanpassingen gewenst zijn en welke dat zijn. Ten derde *beschrijft* het onderzoek het incongruentieconcept en de effecten ervan op communicatie, maar heeft het onderzoek geen '*oplossingen*' opgeleverd. Ten vierde speelt naast het 'divisional-functional' onderscheid ook het 'centralized-decentralized' onderscheid

(Jundt et al., 2005) een rol wat vooral met de hiërarchische controle en beslisbevoegdheden heeft te maken. Dit is vergelijkbaar met de horizontale (divisional-functional onderscheid) en verticale (centralized-decentralized) integratie zoals die in de studie commandovoering is toegepast (Van den Broek et al., 2004a).

De conclusie is dat Structural Contingency Theory (SCT) (Burns & Stalker, 1961) voldoende bruikbare elementen bevat maar dat er een verschil is wat betreft het bereik (platform versus taakgroep) waardoor een vertaalslag nodig is. Een verdere beperking is dat structural change het enige kernbegrip en sturingsmechanisme is. In de DTA benadering zoals die binnen het MSTI-programma is ontwikkeld is naast structural change (organisatie verandering) wordt ook reallocatie van taken gezien als een belangrijk sturingsmechanisme. DTA kan gezien worden als een strategische manier om het taakuitvoering aan te passen aan de situationele omstandigheden. De op DTA gebaseerde elasticiteit is echter begrensd. Pas als deze grens is bereikt, is de noodzaak van structural change aanwezig.

### 2.3.2 *Work system design*

Work system design is een veranderingsproces van organisatie, technologie en middelen om het werk te verbeteren. Deze benadering is gerelateerd aan socio-technologische methoden die al sinds tientallen jaren worden toegepast. Echter, nu wordt meer de nadruk gelegd op de participatie van de werker, multidisciplinaire samenwerking en het gebruik van computer tools voor het visualiseren van de werkstroom en het meten en vergelijken van alternatieve processen (Clancey, Jordan, Sachs, & Torok, 1993). De methode is gericht op een centraal topdown aangestuurd ontwerpproces i.p.v. een proces van lokale optimalisaties. Het probleem is om te bepalen of lokale optimale oplossingen ook voor het overall systeem een optimale oplossing zijn.

### 2.3.3 *Distributed cognition and collective mind theory*

Van Fenema introduceert het concept van collaborative elasticity (van Fenema, 2003). Dit concept gaat ervan uit dat de vereiste flexibiliteit van teams ontstaat doordat teamleden zich aanpassen, leren, en reageren op uitzonderlijke en veranderlijke situationele omstandigheden. Deze vorm van aanpassing wordt elasticiteit genoemd, omdat teamleden gezamenlijk de manier van opereren als individuen en als collectief moeten aanpassen en stabiliseren. Als samenwerkingselasticiteit ontbreekt, is het ontstaan van breakdown in turbulente omgevingen groot. Elasticiteit wordt als volgt gedefinieerd: 'the capability of a collective to sustain coherence and sufficient order even when facing situations that are unexpected and may offer limited opportunities for interpersonal communications.' Er worden zes dimensies onderscheiden die samenwerkingselasticiteit bepalen:

- Individual cognition.
- Relating and relationship.
- Repertoires of routines.
- Knowledge for collaboration.
- Organizational roles.
- Communications.

Deze benadering voegt het samenwerkingsniveau en het niveau van de individuele cognitie samen en koppelt dit aan samenwerkingselasticiteit. Het goede hiervan is dat deze dimensies gekoppeld kunnen worden aan DTA. Enerzijds kan worden aangegeven voor welke dimensies DTA ondersteuning kan bieden (individuele cognitie,

communicatie) en op welke dimensies veranderen onder invloed van DTA en de problemen die zich dientengevolge kunnen voordoen (organizational roles, knowledge for collaboration, repertoires of routines). Kortom DTA kan gezien worden als middel om de samenwerkingselasticiteit zo groot mogelijk te houden en breakdown te voorkomen.

Nadeel van deze benadering is dat het computerondersteuning en automatisering als factor niet meeneemt en dat de dimensies nogal breed gedefinieerd zijn. Onder individuele cognitie, bijvoorbeeld, kunnen nogal wat concepten geschaard worden, zoals situational awareness, temporal awareness, redeneren met onzekerheden etc. Hetzelfde kan gezegd worden van 'knowledge for collaboration'. Doordat de dimensies te breed zijn komt niet naar voren wat knelpunten kunnen zijn in de taakuitvoering of in de samenwerking waar DTA een antwoord op zou kunnen zijn. Dit raamwerk presenteert wel een lijst met aspecten die van invloed zijn op de kwaliteit en de elasticiteit van samenwerkingsverbanden. Computerondersteuning zou gericht kunnen zijn op het versterken van de kwaliteit van die aspecten en andersom kan DTA een bepaalde invloed hebben op deze aspecten. Bijvoorbeeld, ontstaat onder invloed van DTA geen onduidelijkheid over de rollen en de communicatiepatronen?

## 2.4 Samenvatting

Het adaptieve teamconcept sluit aan bij de visie dat er 'congruentie' moet zijn tussen organisaties (teams) en de omgeving (markt, missie e.d.). Het uitgangspunt is, dat organisaties die in staat zijn zich aan te passen aan hun omgeving beter presteren en meer kans maken hun doelen te bereiken. Congruentie ontstaat als er een goede 'fit' (afstemming) is tussen de organisatiestructuur en de omgeving. Incongruentie daarentegen, ontstaat als er sprake is van een 'misfit' tussen structuur en omgeving. Organisaties ontwikkelen strategieën om met incongruentie om te gaan. Een mogelijke strategie is het toenemen van de interne communicatie als gevolg van toenemende behoefte aan coördinatie. Ook een toename van werkdruk en een vermindering van prestaties kan het gevolg zijn van incongruentie.

Dynamische taakallocatie (DTA) kan beschouwd worden als een manier om 'adaptation' van een team (meer algemeen in een organisatie) te krijgen met als doel congruentie te herstellen. In de literatuur wordt met 'aanpassing' vooral structurele aanpassing (structural adaptation) bedoeld. Tevens wordt 'strategical change' als een voorbode van 'structural change' gezien of als een indicator dat structural change nodig is.

In ons congruentiemodel gaan we ervan uit dat beide vormen van aanpassing nodig zijn dat voor de aanpassing van teams zijn verschillende methoden en technieken beschikbaar die op verschillende niveau's toegepast kunnen worden. Concreet onderscheiden we de volgende methoden en technieken:

- Teamstructuur aanpassing.
- Taakallocatie.
- Taakset aanpassing.
- Taakondersteuning.

Het probleem van strategische veranderingen is, om te bepalen of lokale optimale oplossingen ook voor het systeem als geheel optimaal zijn en of aanpassingen niet teveel gericht zijn op de korte termijn, waardoor een systeem instabiel zou kunnen worden. Aanvullend kan de vraag gesteld worden waar de locus van de aansturing zich



bevindt. Met andere woorden: door wie of wat wordt de noodzaak voor adaptatie gesignaleerd? Wie of wat bestuurt het proces van adaptatie?

Computersimulaties zijn bij uitstek geschikt om op dit soort vragen een antwoord te geven. Hierbij dient aangetekend te worden, dat simulaties uitgaan van een sterk vereenvoudigd model dat vooral gericht is op 'taakverdeling' en 'werkbelasting'.

Simulaties dienen daarom beschouwd te worden als 'eerste orde benadering' dat inzicht moet geven in mogelijke oplosrichtingen. Voor een 'volledige' beantwoording en validatie zijn ook andere vormen van experimenten nodig (zie figuur 1).

### 3 Het ontwerpen van effectieve organisaties

Onder een team verstaan we de ordening van mensen en middelen die is gericht op het bereiken van gestelde doelen, in relatie tot krachten in de omgeving. Als mensen samenwerken met het oog op het bereiken van een tevoren afgesproken doel, moeten taken worden verdeeld. Het proces van splitsing van werkzaamheden in taken, wordt *werkverdeling* genoemd. De organisatorische paradox is, dat door het proces van werkverdeling de samenhang van het geheel van de organisatie wordt verbroken. De werkverdeling roept coördinatieproblemen en onzekerheidsproblemen op. De gesplitste taken moeten op elkaar en op de doelen van de organisatie worden afgestemd. Deze afstemming wordt *coördinatie* genoemd. De *organisatiestructuur* is de vorm waarin in een organisatie het werk wordt verdeeld en de coördinatie wordt bereikt (Mintzberg, 1979: p.1).

Voor het ontwerpen van een organisatiestructuur wordt een rationele manier van ontwerpen gevolgd. Dit heeft onder meer betrekking op de elementen waaruit een organisatiestructuur is opgebouwd en de voor en nadelen die verbonden zijn met het gebruik van bepaalde structuurkenmerken. Met andere woorden, het ontwerpen van een organisatiestructuur wordt benaderd vanuit een theoretisch model. Voor deze studie hebben we ons gebaseerd op het *structureringsmodel* van Jägers & Jansen (Jägers H.P.M. & Jansen W., 1995). Naast de vraag welke elementen een organisatiestructuur bevat en hoe die gecombineerd kunnen worden moet een ontwerper zich ook de vraag stellen of een ontwerp ook een effectieve organisatiestructuur oplevert. Beide aspecten—structuurkenmerken en meting van de effectiviteit—komen in dit hoofdstuk aan de orde.

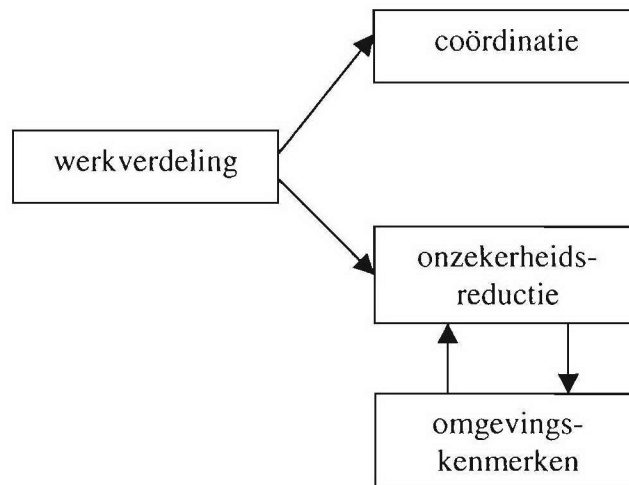
Naast het *structuurperspectief* op teamorganisatie wordt in de literatuur ook een *cultuur perspectief* onderscheiden (Essens et al., 2005). Het cultuurperspectief beschrijft hoe men kan komen tot overbrugging van doelstellingen en opvattingen van samenwerkende individuen. Vertaald naar het functioneren van teams valt het betrekken van attitudes en toestanden van samenwerkende mensen in het *psychosociale perspectief*. In dit perspectief passen concepten als motivatie, leiderschap, en teamcohesie. De verhouding tussen beide perspectieven laat zich karakteriseren door de uitspraak dat een goede organisatiestructuur op zich nog geen garantie biedt voor het goed functioneren van een team. De structuur vormt echter wel een belangrijke randvoorwaarde voor dit functioneren. In deze studie richten we ons op het ontwerpen en toetsten van effectieve organisatiestructuren.

#### 3.1 Het organisatieprobleem

In een organisatiestructuur kunnen de volgende elementen onderscheiden worden:

- a De *opsplitsing* van de uit te voeren werkzaamheden *in taken* en de *bundeling* daarvan *in functies* van personen en secties.
- b De *bevoegdheden en verantwoordelijkheden* die aan personen en organen worden toebedeeld om de taken uit te voeren.
- c De *maatregelen* die in de organisatie worden genomen voor het *gecoördineerd bereiken van de doeleinden* van de organisatie.
- d De *maatregelen* die in de organisatie worden getroffen om de door de werkverdeling en door de relatie met de omgeving opgeroepen *onzekerheid te reduceren*.

De organisatorische paradox is dat door het proces van werkverdeling (a en b) de samenhang van het geheel van de organisatie wordt verbroken. De werkverdeling roept coördinatie- en onzekerheidsproblemen op, die echter (gedeeltelijk) door maatregelen in de organisatiestructuur kunnen worden opgelost (c en d). Dit wordt het *organisatieprobleem* genoemd. Figuur 2 geeft het organisatieprobleem schematisch weer.



Figuur 2 Het organisatieprobleem.

### 3.2 Structuurkenmerken

In het ontwerp van een organisatiestructuur worden op ondermeer de volgende vragen een antwoord gegeven:

- Welke taken moeten in een organisatie aan welke functies worden gekoppeld?
- Volgens welke criteria moeten functies in eenheden worden gegroepeerd en vervolgens bijeen worden geplaatst in grotere onderdelen?
- Welke omvang moet een eenheid hebben?
- Hoeveel verantwoordelijkheden en bevoegdheden moeten aan functionarissen in deze eenheid worden toegekend?

Een organisatiestructuur wordt met behulp van verschillende elementen of bouwstenen opgebouwd. Bij de structurering kijken we naar de bouwstenen waarmee het werk in een organisatie wordt verdeeld. Deze bouwstenen worden *structuurkenmerken* genoemd. Jägers & Jansen onderscheiden in het structureringsmodel de volgende structuurkenmerken:

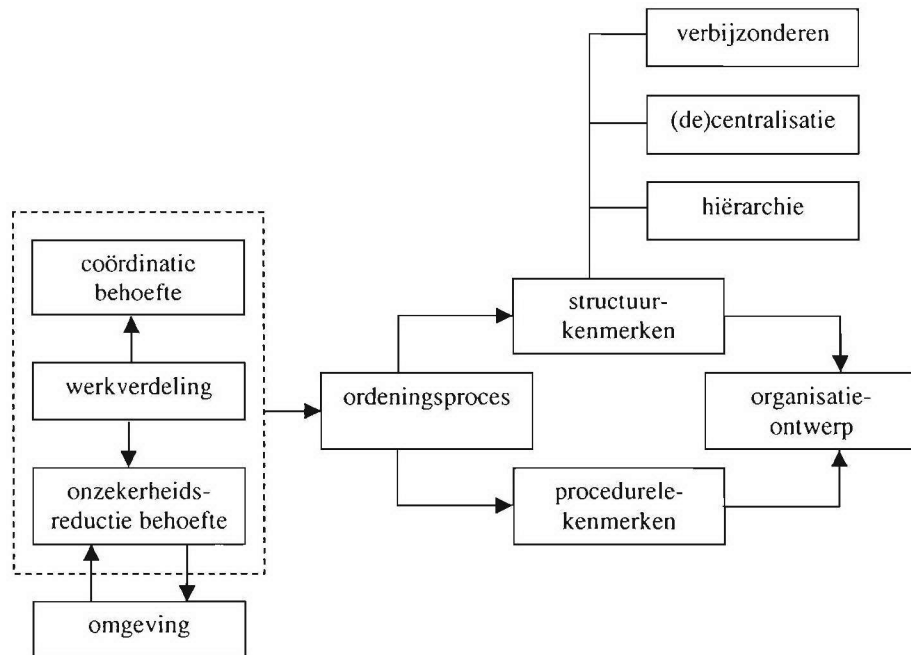
- Verbijzondering.
- (de)centralisatie.
- Hiërarchie.

Figuur 3 geeft weer hoe de structuurkenmerken in het structureringsmodel worden geplaatst.

#### 3.2.1 Verbijzondering

Verbijzondering houdt in het bundelen van taken in gelijksoortige of samenhangende activiteiten. Dit samenvoegingproces moet zodanig gebeuren dat een doelmatige organisatie ontstaat. Het samenvoegen kan op basis van een aantal criteria gebeuren. Zo

kan men die taken samenvoegen die te maken hebben met een bepaald product of een bepaalde dienst. In het geval van het M-fregat heeft een verbijzondering plaatsgevonden naar oorlogsdomein (AAW, ASuW, ASW, EOY). Men kan ook verbijzonderen naar functie (CC, Brug, TC), naar doelgroep of naar geografische plaats. Ook van functionele verbijzondering zijn voorbeelden te vinden op het M-fregat, zoals beeldopbouw, besluitvorming. De *aard* van de te verrichten handelingen en de *fase* van de te verrichten bewerkingen zijn bepalend voor het samenvoegen.



Figuur 3 Structuurkenmerken: het tweede deel van het structureringsmodel.

### 3.2.2 Decentralisatie

Decentralisatie is de overdracht van taken en het toekennen aan een lager orgaan of persoon van de bevoegdheden en verantwoordelijkheden die voor een goed functioneren nodig zijn. Er is sprake van delegatie als niet alleen taken zijn overgedragen, maar ook bevoegdheden en verantwoordelijkheden. De bevoegdheid is het recht tot het nemen van beslissingen om een taak te kunnen uitvoeren. Verantwoordelijkheid duidt op de verplichting om een taak naar beste vermogen te verrichten, alsmede de plicht om over de uitvoering van die taak te communiceren. De mate van delegatie kan in een organisatie variëren van een lage graad tot een hoge graad. Het kan variëren van de bevoegdheid tot het uitvoeren van activiteiten tot de bevoegdheid om te beslissen en te bepalen. Het vraagstuk van delegatie van bevoegdheden en verantwoordelijkheden is relatief. Het gaat bijna nooit om een *of/of* situatie. Het gaat in de organisatie dus om de mate van centralisatie en decentralisatie.

### 3.2.3 Hiërarchie

Hiërarchie ontstaat vanuit een coördinatiebehoefte. Door het instellen van hiërarchische niveaus wordt een onderscheid tussen leiding en uitvoering zichtbaar. Via de hiërarchische niveaus vindt er door de hele organisatie heen een overdracht van leiding plaats, van de hogere naar de lagere niveaus. In een organisatie bestaan er zodoende een geheel van hiërarchische posities die met elkaar een netwerk van relaties vormen.

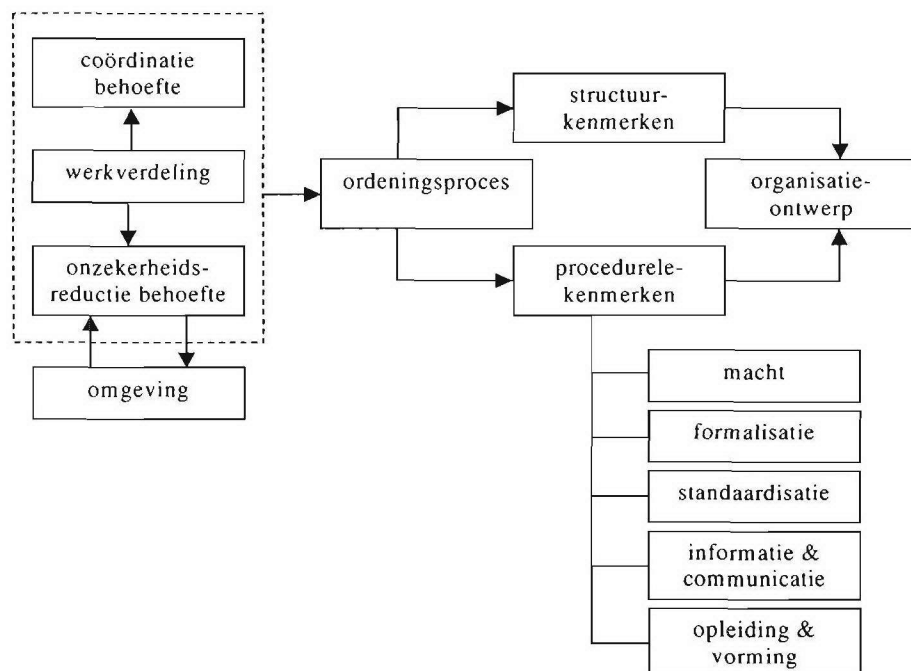


### 3.3 Procedurele kenmerken

Waar de structuurkenmerken de bouwstenen zijn waarmee het bouwwerk van de structuur wordt opgetrokken, vormen de *procedurele kenmerken* het cement van de organisatiestructuur. Het zijn instrumenten die de structuurkenmerken aanvullen bij de oplossing van het organisatieprobleem.

Procedurele kenmerken hebben betrekking op de processen die zich binnen de organisatie afspelen. Ze hebben allemaal te maken met coördinatie en de vermindering van onzekerheid. Ook in de structuur wordt gestreefd naar het zoveel mogelijk oplossen van coördinatieproblemen en het verminderen van de onzekerheid. De structuur kan echter nooit voldoen aan alle coördinatiebehoeften. Bovendien roept een nieuwe structuur weer nieuwe coördinatieproblemen op. Daarom is het opnemen van procedurele kenmerken in het structuurontwerp een belangrijke stap in het ontwerpproces. In het structureringsmodel van Jägers en Jansen zijn de volgende procedurele kenmerken opgenomen:

- Macht.
- Formalisatie.
- Standaardisatie.
- Informatie en communicatie.
- Opleiding en vorming.



Figuur 4 Procedurele kenmerken: het derde deel van het structureringsmodel.

#### 3.3.1 Macht

Macht is een veelzijdig begrip. Macht is een onderdeel van het meer algemene proces van beïnvloeding. Wanneer alleen de machtiger partij de doeleinden van de machtsuitoefening onderkent, is er sprake van manipulatie. Als echter beide partijen de machtsrelatie onderkennen, dan spreken we van dominantie. Wordt deze dominantie gezien als juist, dan is er gezag. Aanvaard echter de minder machtige partij de dominantie met het oog op positieve sancties of uit vrees voor negatieve sancties, dan

hebben we het over belonings- en/of dwangmacht. Bij machtsuitoefening geldt dat de machtiger partij in sterkere mate aan de organisatie richting geeft dan de minder machtige. Dit procedurele kenmerk kan in de organisatie bijdragen aan het oplossen van coördinatieproblemen of het verminderen van onzekerheid. De personen of groepen met macht kunnen in de organisatie 'de neuzen dezelfde kant op laten wijzen'. In een organisatie kunnen we verschillende machtsbases onderkennen:

- De hiërarchische positie.
- De beschikbaarheid en controle over bronnen.
- De deskundigheid/professionaliteit.
- De toegang tot machtscentra.

### 3.3.2 *Formalisatie*

Organisaties formaliseren het gedrag van de medewerkers door het opstellen van regels, instructies en dergelijke, waarin taken en bevoegdheden worden geregeld. Formalisatie is er opgericht om duidelijkheid, zekerheid en coördinatie te creëren door het gedrag van organisatiemedewerkers voorspelbaar en meer beheersbaar te maken. Formalisatie in een organisatie kan twee effecten hebben die in bepaalde opzichten versterkend op elkaar kunnen werken, maar die bij een bepaald omslagpunt juist nadelig ten opzicht van elkaar kunnen zijn.

- 1 Het ene effect heeft vooral betrekking op de samenhang van formalisatie met de doelmatigheid van de organisatie enerzijds en met centralisatie anderzijds.
- 2 Het ander effect houdt verband met de mate waarin een organisatie bij een toenemende formalisatiegraad steeds meer het karakter van een bureaucratie gaat aannemen.

### 3.3.3 *Standaardisatie*

Organisatie proberen hun activiteiten zoveel mogelijk via standaardmethoden te laten verlopen om de productiviteit te bevorderen. Door standaardisatie kunnen organisatiemedewerkers en onderdelen van de organisatie meer zelfstandig van elkaar taken uitvoeren en hoeft de leiding van een organisatie niet steeds te coördineren en bij te sturen. Standaardisatie omschrijven wij als de 'mate waarin het gedrag van functionarissen of organisatieonderdelen vooraf is geprogrammeerd'. Standaardisatie en formalisatie worden vaak in één adem genoemd, waarmee de indruk wordt gewekt dat het hier om twee begrippen gaat die een zelfde inhoud hebben. Maar niet alles wat gestandaardiseerd is hoeft te worden vast gelegd in voorschriften, instructies en regels. Vaak hebben we met gebruiken en gewoontes te maken die bepalen hoe gehandeld moet worden. Een hoge graad van standaardisatie kan daarom samengaan met een lage graad van formalisatie. We kunnen vijf vormen van standaardisatie onderscheiden:

- Standaardisatie van werkprocessen.
- Standaardisatie van resultaten.
- Standaardisatie van gedrag.
- Standaardisatie van vaardigheden.
- Standaardisatie van opvattingen, waarden en normen.

### 3.3.4 *Informatie en communicatie*

Bijna onafgebroken vindt er in de organisatie uitwisseling van gegevens en informatie plaats en worden gedachten, opvattingen en ideeën aan anderen overgedragen. De overdracht van gegevens en informatie noemen wij communicatie. Omdat communicatie alles te maken heeft met informatieoverdracht is het een onderdeel van het informatiesysteem. Via allerlei kanalen, 'het informatiesysteem' van een

organisatie, gaan gegevens en informatie van het ene onderdeel naar het andere en van het ene individu naar het andere. De functie van communicatie is daarmee in principe aangegeven: het verzorgt de afstemming van activiteiten en draagt bij tot de zekerheid over de taakuitvoering. In het oplossen van het beschreven organisatieprobleem neemt communicatie daarom een belangrijke plaats in.

Informatie heeft 'grensoverschrijdende' aspecten. Informatievoorziening is niet te beperken tot een onderdeel van één organisatie of in het bezit van één afdeling.

Informatievoorziening raakt alle aspecten van de ondernemingsactiviteiten en is een belangrijke factor voor het bereiken van de doelstellingen van een organisatie. Het kenmerk van deze grensoverschrijdende informatie is dat zij tot verschillende organisatorische niveaus doordringt en daarop uiteenlopende rollen vervult:

- Op *strategisch* niveau is zij onder meer de bron voor beslissingen over lange(re) termijn beslissingen.
- Op *tactisch* niveau geeft zij richting aan te ondernemen activiteiten ter realisatie van het geformuleerde ondernemingbeleid (missiedoelen).
- Op *operationeel* niveau stuurt informatie het primaire proces aan.

### 3.3.5 Opleiding en vorming

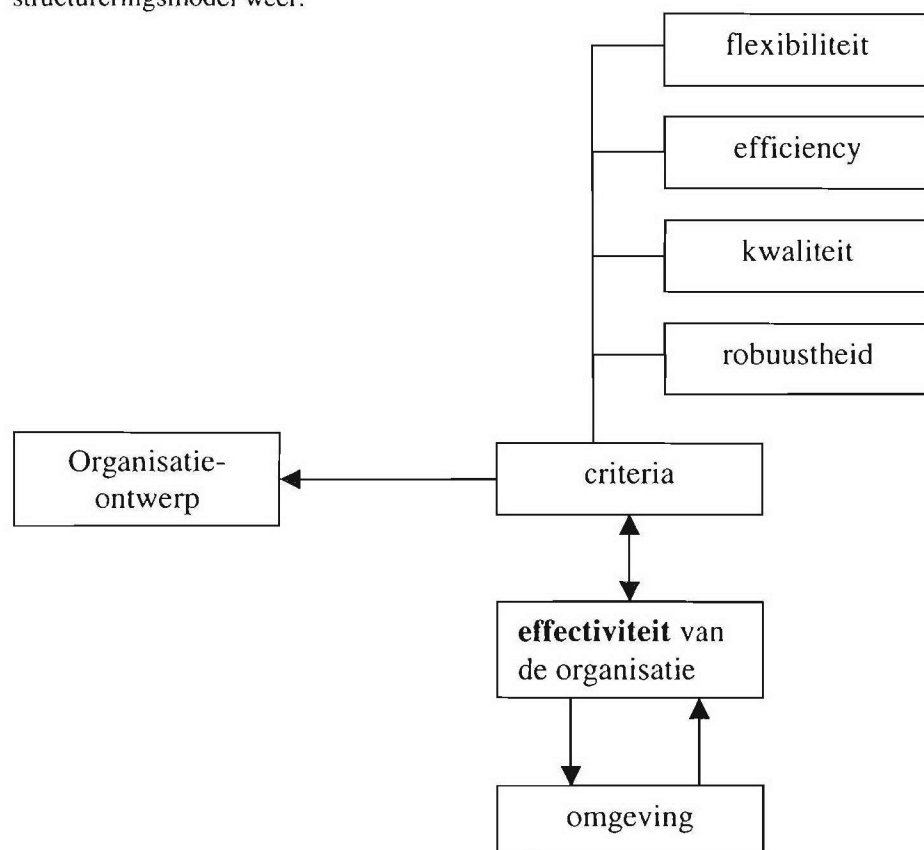
Afgestemd op de aard van de te vervullen functies bepaalt een organisatie welke kennis en kundigheden nodig zijn om deze goed te kunnen vervullen. Deze benodigde kennis en kundigheden worden vertaald in de opleiding die een te verwerven medewerker moet hebben. Naast het verschaffen van kennis en kunde om goed te kunnen functioneren, heeft opleiding de functie van het actueel houden van kennis en het voorbereiden van werknemers op wijzigingen en veranderingen in hun takenpakket. Het waarborgt de kwaliteit van het personeel.

## 3.4 Het beoordelen van organisatiestructuren

Hierboven is een model geschetst waarmee een organisatie kan worden *geanalyseerd*. Met dit model kan worden vastgesteld met welke structurele en procedurele kenmerken een organisatiestructuur is opgebouwd. Naast analyse wil de ontwerper van een organisatiestructuur ook kunnen beoordelen of het structuurontwerp voldoet aan bepaalde – van tevoren vastgestelde – maatstaven en of het ontwerp er toe bijdraagt dat de organisatie op de gewenste manier functioneert en de gestelde doelen bereikt. In het structureringsmodel is effectiviteit, ofwel doeltreffendheid, de belangrijkste maatstaf voor de beoordeling van de organisatiestructuur en heeft betrekking op de mate waarin gestelde doeleinden worden bereikt. Doeltreffendheid in abstracte termen gedefinieerd kan echter niet getoetst worden: de doelen kunnen verschillen naar gelang de visie die men heeft op organisaties. Een dergelijke visie is het *systeemmodel* waarin de organisatie wordt gezien als een systeem waarin mensen en middelen ingaan (input), waar via processen (transformatieproces) bewerkingen plaatsvinden waardoor vervolgens producten/diensten het systeem verlaten (output). In het transformatieproces wordt de technologie – zowel fysiek als sociaal – toegepast op de input. De effectiviteit waarmee een organisatie de input verwerkt is voor een gedeelte een functie van het organisatieontwerp, zoals de arbeidsverdeling en de autoriteitsstructuur. Het systeemmodel gaat ervan uit dat de eisen die aan een organisatie worden gesteld dermate complex en dynamisch zijn, dat het niet mogelijk is om op een zinvolle wijze een eindig aantal organisatiedoelen vast te stellen. In plaats daarvan is het beter om een overkoepelend doel aan elke organisatie toe te schrijven, namelijk het algemene doel om te overleven. Voor de situatie op een M-fregat moeten we dit zelf letterlijk nemen. Als de organisatie als systeem wordt beschouwd, wordt niet alleen gekeken naar de

output van de organisatie, maar naar het totale proces binnen de organisatie. Zo kan men nagaan of de organisatie intern consistent is, of de middelen op een juiste manier worden verdeeld.

Voor de bepaling van de effectiviteit van de teammodellen gaan we uit van de 'systeem-resource'-benadering waarin het accent ligt op het gebruik van schaarse of waardevolle hulpmiddelen, zoals arbeid, en op andere facetten van het transformatieproces. Jägers & Jansen kiezen de criteria flexibiliteit, efficiency, satisfactie en externe behoeftevoorziening. De laatste twee criteria sluiten niet goed aan bij het teammodel omdat ze betrekking hebben op de wijze waarop behoeften van de organisatiegenoten worden bevredigd (*satisfactie*), respectievelijk op de mate waarin wordt voorzien in de eisen van belanghebbende in de omgeving van de organisatie (*externe beoefenvoorziening*). Daarvoor in de plaats kiezen wij de criteria kwaliteit en robuustheid. Figuur 5 geeft de hier gehanteerde effectiviteitscriteria van het structureringsmodel weer.



Figuur 5 De effectiviteitscriteria: het vierde deel van het structureringsmodel.

### 3.4.1 Flexibiliteit

Flexibiliteit wordt in deze studie opgevat als de mate waarin een organisatie kan reageren op en zich kan aanpassen aan ontwikkelingen en veranderingen in de omgeving. Er zijn verschillende interpretaties van het begrip in de organisatie-theorie waar flexibiliteit moet worden gezocht op het 'meta-niveau' van de organisatie. Hier wordt vooral bedoeld op het 'reorganiserend vermogen', dat wil zeggen het vermogen om de eigen organisatie – in relatie met de omgeving – in procedurele, structurele en psychosociale zin tijdig te veranderen. In deze studie wordt *dynamische taakallocatie* gezien als de manier waarop flexibiliteit kan worden bereikt. Een bepaalde mate van



flexibiliteit is in organisaties gewenst omdat van tevoren nooit precies is vast te stellen hoe hoog de werklast voor bepaalde personen of secties zal zijn.

#### 3.4.2 *Efficiëntie*

Efficiency heeft betrekking op het gebruik van middelen. Het gebruik van een middel is efficiënter naarmate de organisatie er meer in slaagt met gegeven kosten grotere baten (een grotere hoeveelheid van het doel of de doelen van de organisatie) te bereiken of de gegeven doelen met lagere kosten te bereiken. In deze studie is de vraag: wat is de minimale teamomvang waarmee de doelstellingen van de organisatie kunnen worden gerealiseerd. De operationele doelen van een platform kunnen verschillend zijn, afhankelijk van het type missie. Het kan variëren van 'force protection' tot zeeblokkade. Het werkaanbod wordt daarom sterk bepaald door het type missie en de ontwikkelingen in de omgeving. Dat betekent dat het niet efficiënt is om elke missie met een volledige bemanning uit te voeren, maar dat elke type missie een specifieke teamomvang en teamorganisatie vereist. Met andere woorden, voor verschillend type missies zal bepaald moeten worden wat een efficiënte teamorganisatie is.

We kunnen echter niet zonder consequenties de efficiënte verhogen door minder mensen in te zetten. Allereerst moet worden vastgesteld of de verhoging van de werkbelasting die daarmee gepaard gaat haalbaar is. Een te hoge werkbelasting houdt in dat er meer werkaanbod is dan kan worden verwerkt. De consequentie is dat werk wordt uitgesteld waardoor ander werk wordt opgehouden. Het transformatieproces wordt hierdoor vertraagd.

Een te hoge werklast kan ook ten koste gaan van de coördinatieprocessen doordat men niet toekomt aan informatie-uitwisseling. Een concreet voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde 'sitreps'. Dit zijn mondelinge situatiebeschrijvingen die de luchtverdedigingsofficier en de commandocentrale officier op gezette tijden geven aan het team om te zorgen dat iedereen hetzelfde situatiebesef (situation awareness) heeft. Ook het uitwisselen van gegevens, het stellen van vragen, en het voeren van overleg dragen bij tot het gecoördineerd bereiken van de doeleinden. De totale hoeveelheid werklast die gemoeid is met informatie-uitwisseling wordt in dit teammodel opgevat als de *coördinatiekosten*. Het verlagen van de coördinatiekosten draagt bij aan verlagen van de werklast en daarom aan een hogere efficiëntie. Vanuit het oogpunt van efficiëntie kunnen we stellen dat een organisatiestructuur waarvan de coördinatiekosten lager zijn, is te prefereren boven een organisatiestructuur met hogere coördinatiekosten.

#### 3.4.3 *Kwaliteit*

Kwaliteit heeft betrekking op de betrouwbaarheid van de besluitvorming. Vanuit het perspectief van kwaliteit is het niet relevant hoe *efficiënt* het team werkt, maar hoe *betrouwbaar* het werkt: zijn we er 100% zeker van dat we een vijandig toestel neerhalen in plaats van een eigen toestel, detecteren we alle dreigingen en detecteren we ze op tijd, trekken we de juiste conclusies, is onze strategie voldoende doordacht, etc. De kwalitatieve aspecten rondom besluitvorming, beantwoordt de vraag of een organisatiestructuur voldoende garanties biedt om onzekerheid te beperken. Dit wordt voornamelijk gedaan door te analyseren of besluitvormers op kritieke momenten voldoende tijd hebben om informatie te overdenken en strategisch te handelen.

#### 3.4.4 *Robuustheid*

Robuustheid is het vermogen van een systeem om adequaat te reageren op input. Het scenario waarbinnen geopereerd wordt legt een bepaalde druk op. Door de druk op een bepaalde manier te verhogen kan voor een bepaald organisatieontwerp worden bepaald waar het breekpunt ligt waarbij ze de druk niet meer kunnen verwerken.

De reactietijden op kritische events in een scenario, heeft betrekking op de snelheid van reageren en is een maat voor de scenariodruk dat een organisatiestructuur kan verwerken.

#### 3.4.5 *Selectie van prestatiematen*

Om de prestatie van een taakuitvoeringsconcept te kunnen beoordelen dienen prestatiematen – measures of performance (MOP's) – te worden gedefinieerd. De prestatie van een organisatie kan uitgedrukt worden in een aantal prestatiematen zoals kwaliteit, snelheid, coördinatiekosten. In (Schraagen & Rasker, 2003) wordt de conclusie getrokken dat team design gericht moet zijn op het maximaliseren van: redundancy, robustness, review en reallocation (de vier R's). Ook eigenschappen als veiligheid, belastbaarheid, werksatisfactie, persoonlijke regelruimte kunnen aan dit rijtje van maximalisatiedoelen worden toegevoegd (Post & van den Broek, 2005). In dit kader kan ook het Cognitive Task Load model genoemd worden (Neerinx & Besouw, 2003; Gaillard, 2003). Dit model gebruikt drie dimensies (time occupied, level of information processing en task switches) om de taakset van een uitvoerder te beoordelen. Welke eigenschappen van een systeem het zwaarst moet wegen – en dus welke MOP criteria gehanteerd moeten worden – hangt af van de vraagstelling.

## 4 De elementen van een simulatieomgeving

Op basis van de hierboven beschreven *structureringsmodel*, beschrijft dit hoofdstuk de elementen die in een simulatieomgeving worden opgenomen. Deze beschrijving is onafhankelijk van een specifieke simulatietechniek.

Boven is gesteld dat:

- 1 onder een team wordt verstaan, de *ordering* van *mensen* en *middelen* die is gericht op het bereiken van gestelde doelen, in relatie tot krachten in de *omgeving*, en dat
- 2 als mensen samenwerken met het oog op het bereiken van een tevoren afgesproken doel, *taken* moeten worden verdeeld.

Een tweede uitgangspunt bij de toetsing teamconcepten is het inzicht dat door Galbraith (1973) als volgt is geformuleerd:

- 1 There is no best way to organize.
- 2 Any way of organizing is not equally effective.

Deze twee conclusies vormen de basis van de contingentietheorie. Deze theoretische stroming gaat uit van het gegeven dat er een grote variatie aan effectieve organisaties bestaat, en dat een specifieke organisatievorm wel degelijk van belang is. Hieruit volgt, dat er verschillende 'ordeningen' mogelijk zijn en dat deze oplossingen zullen verschillen wat betreft hun effectiviteit. De effectiviteit van teammodellen is alleen vast te stellen in relatie tot krachten in de omgeving, meer specifiek in relatie tot missiedoelen en scenario-omstandigheden.

De oplosruimte die in simulaties wordt verkend, wordt daarom bepaald door de combinatie van taken, mensen, organisatie en middelen. De effectiviteit van oplossingen wordt bepaald in relatie tot een omgeving. De simulatieomgeving wordt daarom opgebouwd uit een vijftal modellen:

- 1 Taakmodel.
- 2 Uitvoerdersmodel.
- 3 Organisatiemodel.
- 4 Middelenmodel.
- 5 Omgevingsmodel.

### 4.1 Taakmodel

In een taakmodel zijn de taken opgenomen die in het simulatiemodel worden uitgevoerd en die werklast genereren. In het taakmodel onderscheiden we de volgende categorieën:

- uitvoerende taken;
- teamtaken;
- systeemtaken.

Uitvoerende taken, zijn taken die door een individuele uitvoerder worden uitgevoerd. Het kenmerk is dat er geen interactie met anderen nodig is om de taak uit te voeren. Een voorbeeld hiervan is een 'identificatietaak'; het toekennen van het predikaat 'friend or foe' aan een contact op basis van beschikbare informatie over dat contact. Dit type taak komt voort uit de functie (beeldopbouw) die een taakuitvoerder heeft. 'Individueel' wil in dit verband niet zeggen dat het om een menselijke taakuitvoerder gaat; een individueel-uitvoerende taak (identificatie) kan ook door een systeem worden

uitgevoerd. Meer algemeen: een uitvoerende taak is een taak welke door een individuele actor (mens of kunstmatige actor) wordt uitgevoerd. De werklust ten aanzien van teamtaken is gerelateerd aan het proces van samenwerken. Te denken valt aan informatie-uitwisseling, beoordeling van taakuitvoering van anderen (interne controle), motiveren en aansporen van teamgenoten. De inspanningen wat betreft systeemtaken kunnen liggen op het gebied van systeeminstellingen, systeemvoer maar ook op systeemonderhoud en monitoring van technische systemen (b.v. aandrijving).

De relevantie van het opdelen in categorieën is om aan te geven dat 'werklust' verschillende bronnen heeft. De opsplitsing maakt het mogelijk de *verhouding* tussen werklust van teamtaken en die van uitvoerende weer te geven. Vanuit een organisatie-theoretisch oogpunt wordt de werklust van teamtaken (bijvoorbeeld informatie-uitwisseling) opgevat als *coördinatiekosten*. Voor een bepaalde vraagstelling kan het van belang zijn om vast te stellen dat de coördinatiekosten van een bepaalde samenwerkingsvorm hoger of lager is dan van een andere samenwerkingsvorm. Om dit vast te stellen moeten taken die verband houden met het samenwerkingsproces expliciet gemodelleerd worden. Dat betekent, dat als in het model de werklust ten aanzien van teamtaken vermindert moet worden de oplossing gevonden moet worden in een andere manier van samenwerken.

Los van de aard van de taken (individueel, samenwerking of systeem), maken we ook onderscheid in de manier waarop taken *geïnitieerd* worden. Bepaalde taken worden uitgevoerd omdat ze nodig zijn voor het vervullen van een bepaalde functie. Zo moet een LBOP bijvoorbeeld, zijn omgeving monitoren om nieuwe, nog niet geïdentificeerde, contacten te ontdekken of om afwijkend gedrag van al geïdentificeerde neutrale contacten te signaleren. Er zijn echter ook taken die worden gestart omdat er in de omgeving 'iets' gebeurt (event gerelateerd). Zo maakt detectie van een nieuw contact, onder meer, classificatie noodzakelijk en/of dient de dreiging van het contact te worden vastgesteld. De werklust van deze omgevinggerelateerde (c.q. event gerelateerde) taken wordt bepaald door de dynamiek in de omgeving.

Het onderscheid tussen functiegerelateerde en omgevinggerelateerde taken is voor iedere categorie (individueel, samenwerking of systeem) van toepassing. De relevantie van dit onderscheid is dat taakuitvoerders altijd een balans moeten zien te vinden tussen beide type taken en dat het voor taakallocatie van belang is welke deel van de taaklast wordt geheerallocateerd. Zo kan bij grote omgevingsdynamiek de identificatie van contacten door één taakuitvoerder worden uitgevoerd terwijl het monitoren door een ander wordt gedaan. Een andere mogelijkheid is een geografische opsplitsing, waarbij één taakuitvoerder zowel monitoring als identificatie uitvoert voor één bepaald gebied en een ander dat doet voor een ander gebied.

#### 4.1.1 *Uitvoerende taken*

Uitvoerende taken komen voort uit een scenario dat bepaalt *welke* specifieke delen van het businessmodel van de KM worden aangesproken. Het businessmodel (Loo van de, Dobbelsteen van der, Maanen van, & Dongen van, 2005) is een complete beschrijving van alle functies en taken die in het taakdomein van de KM vallen. Zo beschrijft het businessmodel, bijvoorbeeld, de hoofdfunctie 'surveillance & reconnaissance' en de daarbij horende functies en taken, onder meer, het verkennen van de omgeving en informatieverzameling.

Naast het afbakenen van het businessmodel heeft een scenario de functie om de dynamiek te beschrijven van de omgeving waarin delen van het businessmodel worden



uitgevoerd. Door in een scenario op de dimensies *volume*, *tijd* en *complexiteit* te variëren kan men de omgevingsdruk variëren. Omgevingsdruk vertaald zich vervolgens weer in werklast dat door een team moet worden opgevangen. Dit wordt verder toegelicht in 4.5.

Voor de afhandeling van elk event zijn meerdere uitvoerende taken nodig waardoor een taaksequentie ontstaat. Een taaksequentie bestaat uit meerder uitvoerende taken. In navolging van het Cognitive Task load model (Neerincx et al., 2003; Gaillard, 2003) wordt het deel van een taaksequentie dat door een individuele uitvoerder wordt uitgevoerd een *taakset* genoemd. In een taaksequentie kunnen meerdere taakuitvoerders betrokken zijn. Het switchen tussen taaksets kan informatieoverdracht inhouden wat gepaard gaat met communicatie tussen uitvoerders.

Zoals boven al is gesteld, maken we onderscheid tussen functiegerelateerde en omgevinggerelateerde taken. Om het scherp te stellen: indien er in de omgeving niets gebeurt (geen nieuwe events in het scenario) zal er geen werklast zijn wat betreft omgevinggerelateerde taken. Wel blijft er werklast bestaan voor de functiegerelateerde taken zoals situatiebeoordeling, lange termijn dreigingsanalyse en het volgen van het situatiebeeld. Functiegerelateerde taken hebben een *continu* karakter en vormen als het ware een rode draad in de taakuitvoering van een taakuitvoerder. Een ander aspect van functiegerelateerde taken is dat het vaak cognitieve processen zijn gericht op het opbouwen van een mentaal beeld van de omgeving. Het kenmerk van dit soort processen is, is dat ze die vanuit de functiegerelateerde 'doelen' van de uitvoerder worden geïnitieerd. Om deze reden worden deze taken ook wel als 'goal-driven' aangeduid in tegenstelling tot 'event-driven' taken (Van den Broek et al., 2004a). Een en ander wil niet zeggen dat de werklast van functiegerelateerde taken helemaal los staan van de situationele omstandigheden. Het is in een complexe omgeving veel moeilijker om 'het op een rijtje te krijgen' dan in een minder complexe omgeving, ook het ervaringsniveau van de uitvoerder speelt hierbij een rol.

#### 4.1.2 Teamtaken

Dit zijn taken die voortkomen uit het gegeven dat er een taakverdeling bestaat, dat er samenwerking nodig is en dat de samenwerking van goede kwaliteit is en gecoördineerd verloopt. Te denken valt aan informatie-uitwisseling, beoordeling van taakuitvoering van anderen (interne controle), motiveren en aansporen van teamgenoten. Ook voor teamtaken geldt dat deze zowel door mensen als door kunstmatige actoren kunnen worden uitgevoerd. In (Neef, 2005) worden verschillende samenwerkingsvormen beschreven waarin kunstmatige agents teamtaken krijgen toegewezen.

#### 4.1.3 Systeemtaken

Een 'systeem' wordt gedefinieerd als 'een samenstel van mensen en machines die samenwerken in een omgeving teneinde een van tevoren vastgesteld doel te bereiken'. De systeembenadering, gaat ervan uit dat elke organisatievorm zowel over een technisch als over een sociaal systeem moet beschikken om mensen met elkaar en met de techniek te verbinden. De verbinding tussen mens en machine vereist aandacht en vergt bepaalde inspanningen. In dit *systeemperspectief* staat het platformeigen C2-proces en de effectiviteit van het platform als sensor- en wapendrager centraal. In dit verband dienen we een onderscheid te maken tussen (technische) middelen (sensoren, wapens, aandrijving) en de systemen waarmee deze middelen worden aangestuurd. SEWACO en het Combat Management Systeem (CMS) zijn voorbeelden van automatisering die een ondersteuning vormen van de menselijke functie-

uitoefening. Met systeemtaken, worden taken bedoeld die een rechtstreeks verband hebben de geautomatiseerde ondersteuning. Voorbeelden van systeemtaken zijn: het instellingen, data invoer, monitoren e.d.

## 4.2 Uitvoerdersmodel

Een taak of een taakset wordt uitgevoerd door verschillende taakuitvoerders. Het uitvoerdersmodel beschrijft de eigenschappen van de taakuitvoerders. Wat relevante eigenschappen van uitvoerders zijn om te modelleren hangt af van de vraagstelling. Het toekennen van eigenschappen moet er toe leiden dat er onderscheid gemaakt kan worden tussen taakuitvoerders. Taakuitvoerders kunnen bijvoorbeeld verschillen wat betreft competentieniveau, ervaringsniveau en beschikbare kennis (b.v. opleiding). Vervolgens kunnen deze eigenschappen worden gebruikt om te bepalen welke taakuitvoerder welke taak kan of mag uitvoeren. Eigenschappen van uitvoerders kan ook van invloed zijn op de manier waarop taken worden uitgevoerd. In het geval van een minder ervaren uitvoerder kan een taak langer duren en/of kunnen meer fouten optreden. Toch kan er onder bepaalde omstandigheden voor worden gekozen om dat toch te doen, bijvoorbeeld voor 'on-the-job' training. Door het toekennen van eigenschappen kunnen we ook onderscheid maken tussen menselijke en kunstmatige uitvoerders. Waar menselijke uitvoerders vermoeid kunnen raken en daardoor meer tijd nodig hebben voor taakuitvoering, hebben kunstmatige systemen daar geen last van. Andersom hebben missen kunstmatige uitvoerders bepaalde 'sociale competenties' die menselijke uitvoerders juist weer uniek maken, wat in bepaalde omstandigheden hinderlijk zou kunnen zijn.

Er zijn verschillende visies mogelijke ten aanzien van 'teamsamenstelling'. Een belangrijke dimensie is die van de mate van homogeniteit binnen een team. Een (te) grote mate van homogeniteit leidt kan tot 'group think' leiden, een collectieve vorm van tunnelvisie. Een (te) grote mate van diversiteit staat echter elke vorm van samenwerking in de weg.

## 4.3 Organisatiemodel

In het organisatiemodel wordt de *structuur* van het samenwerkingsproces vastgelegd. De structuur bepaalt de verdeling van functies en van verantwoordelijkheden. Functies, zoals weergegeven in het businessmodel, kunnen op verschillende manier worden toegekend en opgedeeld. Het organisatiemodel geeft aan hoe dat gebeurt. We gebruiken daarvoor de volgende *structuurkenmerken*:

- verbijzondering;
- (de)centralisatie;
- hiërarchie.

Als we het blikveld beperken tot een platform, is de klassieke indeling die van brug, CC en TC waaraan bepaalde functies worden gekoppeld. De primaire keuze, die bij het opzetten van het programma is gemaakt, is om de brug-, CC- en TC-functies integraal te laten uitvoeren door één team. Het centrale idee hierachter is, dat het de mogelijkheden voor dynamische taakallocatie en taakintegratie vergroot, wat gepaard zal gaan met een aanzienlijke bemanningsreductie en een benodigde vergrote flexibiliteit en adaptiviteit in de taakuitvoering van teams.

Het ontwikkelen van adaptieve teamconcepten wordt gezien als een manier om de taakuitvoering aan te passen aan de missiedoelstellingen of optredende of verwachte situationele omstandigheden. Het organisatiemodel beschrijft hoe adaptiviteit wordt

bereikt. Het taakintegratieconcept (of concepten) maakt daarom onderdeel uit van het organisatiemodel.

#### 4.4 Middelenmodel

In het middelenmodel wordt beschreven over welke middelen een team kan beschikken en wat de middelen kunnen. De invloed van middelen op de taakuitvoering is groot. Zo is het voor de snelheid van het besluitvormingsproces van belang wat onder bepaalde omstandigheden de maximale detectieafstand is van bepaalde sensoren. Hetzelfde geldt voor de beschikbare communicatiemiddelen waarlangs informatie beschikbaar komt en de wapensystemen (b.v. soft-kill effectiviteit). De effectiviteit van de waarnemingssystemen en de defensieve middelen, is mede bepalend voor de performance van een team.

Dit betekent niet dat, bijvoorbeeld, sensor karakteristieken in detail beschreven moet worden. Vaak worden kenmerken van middelen impliciet in een scenario opgenomen, door bijvoorbeeld de *detectieafstand* te geven. Samen met de snelheid van een contact is de 'time-on-top' hieruit af te leiden welke bepalend is voor de reactiesnelheid. De 'detectieafstand' in een scenario kan gebaseerd zijn op kennis die men heeft van de performance van een sensor onder bepaalde externe omstandigheden. De detectieafstand kan ook op experimentele gronden gevarieerd worden om te bepalen hoe groot de invloed van reactiesnelheid op het besluitvormingsproces is.

Ook ten aanzien van wapeninzet worden aannames gemaakt wat betreft de middelen die aanwezig zijn en hun effectiviteit. Voor de taakuitvoering is het relevant of er wel of niet over 'soft-kill' middelen, zoals chaff, kan worden beschikt en of chaff door vaste of richtbare buizen wordt afgeschoten<sup>1</sup>. Om technologie bias te voorkomen worden in de praktijk scenario's gekoppeld aan een bepaald type platform (M-fregat, LCF). Daarmee wordt het 'middelenpakket' bepaald en de prestaties ervan. Tevens wordt door de keuze van een platform het niveau van automatisering en ondersteuning vastgelegd. Dit betekent echter niet dat 'middelen' en 'ondersteuningsniveau' geen variabelen kunnen zijn in het model. Het niveau van detaillering van een scenario is afhankelijk van de vraagstelling.

#### 4.5 Scenario

Het scenario bepaalt welke subset van functies en taken uit het businessmodel wordt aangesproken. Een scenario beschrijft verder de dynamiek en de complexiteit van de omgeving waarin het team opereert. Een scenario beschrijft *wat* er in de omgeving gebeurt. Hierbij kan men denken aan de contacten die in de omgeving aanwezig zijn hun kenmerken, zoals: afstand, hoogte, snelheid, koers, radartype, verandering van gedrag, informatie die beschikbaar komt (wat, wanneer, op welke manier) etc. Om goed inzicht te krijgen in de prestaties van een teammodel is het van belang dat scenario's gevarieerd kunnen worden. Wat voorkomen moet worden is dat een teammodel slechts optimaal is voor een bepaald type scenario. Een andere reden om scenario's te variëren is om vast te kunnen stellen onder welke externe omstandigheden knelpunten gaan ontstaan ten aanzien van de werklust. Het werkaanbod dat een scenario aan een teammodel oplegt, kan op drie dimensies gevarieerd worden:

- 1 *volume*: het variëren van het aantal contacten in de omgeving,
- 2 *tijd*: het variëren van snelheid en afstand van contacten waardoor snelle reactietijden worden vereist,

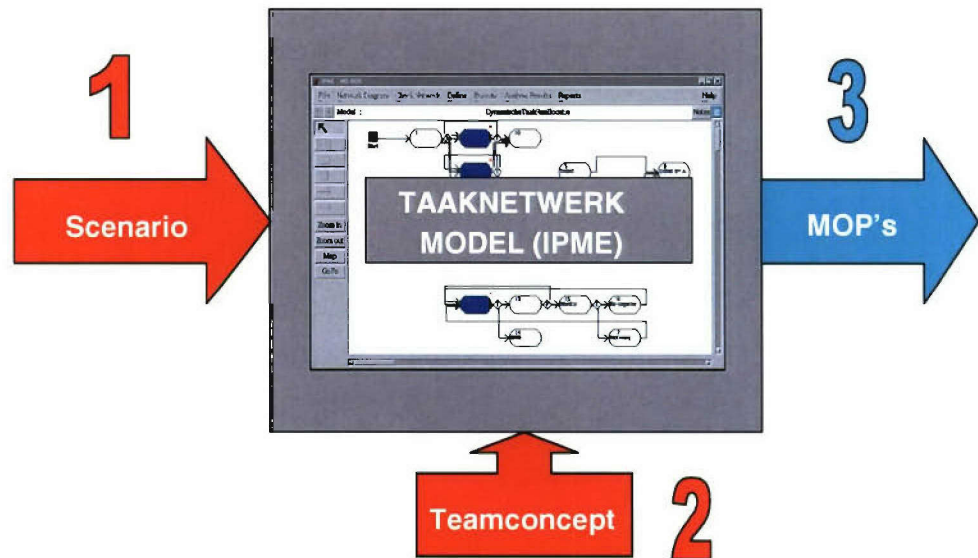
<sup>1</sup> Vaste lanceerbuizen maken het noodzakelijk het schip in een bepaalde richting te manoeuvreren om chaff afhankelijk van de windrichting tussen het schip en het ASM te krijgen.

- 3 *complexiteit*: het variëren van informatieaanbod, ambiguïteit en onzekerheid over de intenties van tegenstanders.

Een scenariobeschrijving is *niet* 'technologie' of platform onafhankelijk (zie 4.4). Ook de mogelijkheden van de 'tegenstander' zoals de snelheid van vijandelijke contacten, type bewapening, het arsenaal waarover de opponent beschikt (dreigingniveau) is gebaseerd op aannames.

## 5 Simulatie-experimenten in IPME

Figuur 6, laat de elementen zien die samenkomen in een simulatie-experiment. Het scenario en het teamconcept vormen de input van het simulatiemodel. Door middel van mop's wordt de prestaties van het systeem geanalyseerd.



Figuur 6 De elementen die van belang zijn in een simulatie-experiment.

De simulaties worden uitgevoerd in de IPME simulatieomgeving. In IPME wordt het taakmodel als een netwerk beschreven. De taken die het netwerk beschrijft, worden onderverdeeld in uitvoerende taken, teamtaken en systeemgerelateerde taken. Het taaknetwerk wordt bepaald en gevarieerd door het scenario en het teamconcept.

### 5.1 Scenario

Het scenario bepaalt welke subset van functies en taken uit het businessmodel door het teammodel moeten worden uitgevoerd. Een scenario beschrijft verder de dynamiek en de complexiteit van de omgeving waarin het team opereert.

### 5.2 Teamconcept

Het teamconcept beschrijft wie welke taken uitvoert en hoe de samenwerking en communicatie verloopt. Het teamconcept beschrijft op een samenhangende manier het aantal teamleden, de teamsamenstelling (uitvoerdersmodel), de structuur van de samenwerking (organisatiemodel) en de ondersteuningsmiddelen. Door al deze aspecten te combineren ontstaat een grote hoeveelheid aan variabelen, die we als volgt kunnen indelen:

- teamomvang en samenstelling (eigenschappen);
- manier van samenwerken (structuur en procedures) en
- automatisering- en ondersteuningsmiddelen.



Het teamconcept brengt de samenhang aan tussen deze variabelen. Door bijvoorbeeld, het aantal uitvoerders te verminderen zal de werklust per uitvoerder, voor wat betreft de uitvoerende taken, toe gaan nemen. De manier om de totale werklust per uitvoerder niet te laten oplopen is om de werklust van de teamtaken te verminderen en/of het niveau van automatisering en ondersteuning te verhogen.

Veranderingen in de manier van samenwerken hoeft niet uitsluitend gericht te zijn op het verminderen van de teamomvang (reduced manning). Het verhogen van 'reliability', 'robustness', 'redundancy' kunnen redenen zijn om de taakverdeling en manier van samenwerking aan te passen.

### 5.3 Beperkingen van de 'discrete event' simulatie

Functiegerelateerde taken die een min of meer continue karakter hebben en voortkomen vanuit de 'doelen' die een uitvoerder zich stelt, moeilijk zijn te modelleren. Hier is wel een oplossing voor door met een a-priori cognitieve ruimte te werken. Op basis van de studie CV (Van den Broek et al., 2004b) en metingen in verkeerscentrales is deze ruimte goed in te schatten en te motiveren.

### 5.4 Toetsing van adaptieve teamconcepten.

#### 5.4.1 *Experiment 1*

Een ander type experiment is gericht op de teamsamenstelling en invloed daarvan op de 'regelruimte'.

De vraagstelling is:

- 1 In hoeverre wordt het dynamisch overdragen van taken tussen teamleden in een team met geringe omvang, belemmerd door sterke specialisatie?
- 2 Welke regelruimte en flexibiliteit t.a.v. 'workload balancing' is in een dergelijk team aanwezig?

Dynamische taakallocatie wordt gezien als een manier om 'workload balancing' in een team te bereiken. Workload balancing is erop gericht om teamleden evenredig te belasten door overcapaciteit (lage werklust) van de een te gebruiken om ondercapaciteit (hoge werklust) bij de ander te compenseren. In simpele termen: iemand die het niet druk heeft neemt taken over van iemand die het (te) druk heeft. De assumptie is dat workload balancing optimaal toegepast kan worden in een team met generalisten. Immers, elke taak kan in principe door iedereen uitgevoerd worden. Workload balancing is in dit geval niet meer dan het zo optimaal mogelijk verdelen van taken. Workload balancing in een team met specialisten is gecompliceerder. Specialist, bezitten bepaalde competenties en expertises en een ervaringsniveau. Dat betekent dat als de uitvoering van een taak expertise A vereist, deze niet uitgevoerd kan worden door een teamlid dat niet over expertise A beschikt, etc.

Dit betekent dat de uitvoeringsmogelijkheden van een teamlid als een vector kan worden weergegeven. Op dezelfde manier kunnen de uitvoeringsvereisten van een taak gerepresenteerd worden. Een taak kan dan alleen uitgevoerd worden als de uitvoeringsvereisten ervan matchen met de uitvoeringsmogelijkheden van de uitvoerder

#### 5.4.2 *Experiment 2*

Een ander type experiment dat denkbaar is richt zich op het *proces* van alloceren waarin niet zozeer wordt geschakeld tussen structuren, maar meer wordt gekeken wordt naar workload balancing. (zie 2.2.4). In dit soort experimenten kan worden vast gesteld

welke vorm van aansturing (push, pull, negotiation) effectief is onder welke omstandigheden.

De vraagstelling is:

*Welke methoden en technieken voor taakintegratie dragen significant bij aan de beheersbaarheid van de werkbelasting van de teamleden en de verbetering van de teamprestaties?*

#### 5.4.3 Experiment 3

Wat is nu specifiek aan de toetsing van dynamische taakconcepten? Bij dynamische taakconcepten gaat het om de vraag hoe een team zich moet aanpassen aan wisselende scenario's. Het gaat hierbij niet om één teamconcept dat een bepaalde range aan scenario's aan moet kunnen, maar om verschillende teamconcepten die zo optimaal mogelijk georganiseerd zijn voor een bepaald scenario. De gebruikelijke manier is om de 'omgeving' in standaard situaties op te delen. Een verkeerscentrale, bijvoorbeeld, wordt's nachts anders bezet dan overdag en weer anders in vakantieperiodes. De bezetting voor een ochtendspits is gebaseerd op een bepaalde verwachting over mogelijke gebeurtenissen, bijvoorbeeld een calamiteit. De KM kent in dit verband verschillende zogenaamde 'alert states' zoals reewacht, zeewacht, oorlogswacht en gevechtswacht.

Een dergelijke benadering kunnen we verder uitwerken door een aantal missie/situatiecombinaties te onderscheiden. De missie bepaalt het deel van businessmodel dat wordt aangesproken en bepaald daarom de taken en functies die binnen het team moeten worden uitgevoerd. De situatie beschrijft de dynamiek van de omgeving. De combinatie van beide aspecten vertegenwoordigt een bepaalde 'omgeving' waaraan een team zich moet kunnen aanpassen. Een missie loopt over langere tijd (soms dagen) en kan tot op bepaalde hoogte gepland worden. Dit geeft het team de mogelijkheid zich hieraan organisatorisch aan te passen. De omgevingsdynamiek is veel groter en kan van uur tot uur (of zelfs van minuut tot minuut in geval van AAW) verschillen.

In (Post en van den Broek, 2005) worden de volgende missie/situatiecombinaties onderscheiden:

- Transit/weinig verkeer/ geen dreiging.
- Transit/veel verkeer/ geen dreiging.
- Transit/druk verkeer/ oppervlaktedreiging.
- Zelfverdediging/ veel verkeer/ oppervlakte & lucht dreiging.
- Zelfverdediging/ veel verkeer/ oppervlakte & lucht dreiging/ impact.

Op basis van deze indeling kunnen verschillende experimenten worden opgezet:

- 1 Welke werkverdeling-oplossingen oplossingen zijn mogelijk?
- 2 Wat zijn de effectiviteitsverschillen tussen de verschillende werkverdeling-oplossingen?
- 3 Hoe stel je een prestatieprobleem vast? (zie 2.2.1)
- 4 Wat zijn de omschakelkosten? (zie 2.2.2)
- 5 Op basis van 3 en 4: wat is het juiste omschakelmoment?

De beantwoording van vraag 1 vereist een scheduler. Een scheduler berekent op wiskundige gronden een verdeling van taken over mensen waarbij de resources zo optimaal mogelijk worden ingezet. De simpelste situatie is als iedere taakuitvoerder elke willekeurige taak mag en kan uitvoeren en volledig inzetbaar is. De mapping tussen taken en uitvoerders wordt complexer als aan de taakuitvoering bepaalde eisen

worden gesteld. We kunnen hierbij denken aan eisen ten aanzien van competentieniveau, bevoegdheid of expertise. Door bijvoorbeeld als voorwaarde op te nemen dat een bepaalde taak een specifieke expertise vereist en niet iedere uitvoerder over deze expertise beschikt, zal de oplosruimte verkleind worden. Het organisatiemodel bepaalt hoe de samenwerking verloopt en kan daarom als een meta-regelset worden gezien. Zo kan worden vastgelegd, dat als beslissingen op een bepaald competentieniveau genomen worden dit door een hoger niveau moeten worden gecontroleerd. Een voorbeeld hiervan is de LVO die toegekende identificaties controleert en beoordeelt op correctheid. Het organisatiemodel bepaalt daarmee welke samenwerkingstaken (informatie-uitwisseling, controle, aansturing) nodig zijn. Omdat ook *samenwerkingstaken* beslag leggen op de resources, is dit ook een element die de oplosruimte beperkt. Een derde randvoorwaarde is dat uitvoerders 'ruimte' moeten hebben voor specifieke functiegerelateerde taken. Zo zal een LVO ruimte moeten hebben om dreigingsanalyses te kunnen uitvoeren en het omgevingsbeeld te volgen. Ook het reserveren van 'functiegerelateerde' ruimte verkleint de oplosruimte. Een vierde element in het bepalen van de oplosruimte zijn de middelen waarmee gewerkt wordt. Dit aspect heeft twee kanten. Niet alleen zijn aan de interactie met systemen *kosten* verbonden—systemen moeten worden ingesteld en onderhouden—maar levert ook *voordelen* op omdat taakuitvoering wordt ondersteund of zelfs helemaal kan worden overgenomen. Ook dit aspect heeft invloed op de oplosruimte.

richten zich in het bijzonder op het probleem dat het aanbod aan informatie zich vaak moeilijk laat voorspellen. Hoe meer onzekerheid er bestaat hoe minder een organisatie van tevoren haar werkzaamheden kan plannen en hoe meer informatie er tijdens de taakuitvoering moet worden uitgewisseld. De benadering geeft aan dat wil je goed om kunnen gaan met onverwachte omstandigheden je real-time informatieverwerking moet optimaliseren. Dat kan op verschillende wijze. Hier onder worden een aantal benaderingen besproken die zich met adaptieve organisatie bezig houden.



## 6 Samenvatting en conclusie

De wens van de KM om zich doormiddel van dynamische taakallocatie en adaptieve teams voor te bereiden op een toekomst waarin ze met minder mensen een veelheid aan veeleisende missies moet kunnen uitvoeren in nieuwe en onbekende omgevingen en verbanden, sluit aan bij de brede internationale ontwikkeling, die men kan vatten onder de noemer ‘contingentietheorie’.

In deze benadering richt men zich in het bijzonder op het probleem dat het aanbod aan informatie zich vaak moeilijk laat voorspellen. Hoe meer onzekerheid er bestaat, hoe minder een organisatie van tevoren haar werkzaamheden kan plannen en hoe meer informatie er tijdens de taakuitvoering moet worden uitgewisseld. De benadering geeft aan dat wil je goed om kunnen gaan met onverwachte omstandigheden je real-time informatieverwerking en de organisatie van de werkprocessen moet optimaliseren.

Het toepassen van dynamische taakallocatie en taakintegratie voorziet in de benodigde vergrote flexibiliteit en adaptiviteit in de taakuitvoering. Adaptieve teams zullen beter in staat zijn aan te passen aan veranderlijke missieomstandigheden, waarmee de kans dat missiedoelen bereikt worden wordt vergroot.

*Dynamische taakallocatie* houdt in: het bewust heralloceren van taken om uitvoeringsproblemen die ontstaan of die worden voorzien tijdens missies zo goed mogelijk op te vangen. Uitvoeringsproblemen kunnen ontstaan doordat de situationele omstandigheden sterk zijn veranderd of omdat de menselijke werkbelasting vergroot wordt door een geheel of gedeeltelijke uitval van mensen en middelen.

Het perspectief van adaptieve teams is aantrekkelijk, maar de vraag is hoe bereik je dat en gaat flexibiliteit niet ten koste van de effectiviteit?

Een van de belangrijkste uitdagingen is daarom een adaptief-teamconcept te ontwikkelen dat zowel flexibel als robuust is. Dat betekent in onze visie dat de performance van het systeem centraal zal moeten staan. Dat betekent concreet het behoud van standaardprocedures om snel – dus zonder verlies van coördinatietijd – op standaardsituaties te kunnen reageren. Een veelbelovende manier om een performance probleem op systeem niveau vast te stellen is om modellen te ontwikkelen die voor het platform critical events kan vaststellen. Op basis daarvan kan prioriteit gegeven wat betreft resource allocatie en taakuitvoering. Doordat de reacties op dergelijke events als rule-based acties in het primaire reactiepatroon vallen lijken deze actiepatronen goed te automatiseren.

Een tweede belangrijke uitdaging is de vraag hoe de teamsamenstelling moet veranderen om adaptiviteit te bereiken. In een team waarin de teamrollen, verantwoordelijkheden en expertises bij voorbaat vastliggen, is weinig flexibiliteit te verwachten en zijn de mogelijkheden voor her-allocatie van taken beperkt. In een team waarin louter generalisten zitten zijn de mogelijkheden voor her-allocatie maximaal; iedereen kan en mag elke taak uitvoeren en kan iedere verantwoordelijkheid dragen. Echter hoe bereik je in een dergelijk flexibel team een stabiele structuur van verantwoordelijkheden en hoe creëer je overzicht? Het zal duidelijk zijn dat een adaptief team het beste van beide werelden zal moeten verenigen omdat zowel structuur als adaptiviteit nodig is.

Een derde belangrijke uitdaging is een manier te vinden om een prestatieprobleem te kunnen vaststellen of te kunnen voorspellen op basis waarvan aanpassingen gemaakt kunnen worden. Het bereik van een prestatieprobleem kan variëren: het kan een korte termijn probleem zijn gekoppeld aan een event (ASM aanval), het kan op de middellange termijn gericht zijn (een geheel of gedeeltelijke uitval van mensen en middelen), en kan op de lange termijn gemeten worden (dreiging blijkt anders te zijn

waardoor andere middelen gewenst zijn). Los van de reikwijdte van een probleem is altijd de vraag wat zijn de alternatieven en wat kost het om deze door te voeren. Daarnaast is er altijd een regelend systeem nodig, dat constateert, initieert en implementeert.

De conclusie van dit rapport is, dat simulatiemodellen een essentiële analytische stap is op weg naar de daadwerkelijke toepassing van adaptieve teams. Computersimulaties zijn bij uitstek geschikt om op de hierboven geformuleerde vragen een richtinggevend antwoord te vinden. Simulatiemodellen zijn dynamische modellen die net als ieder ander model een abstracte en vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid zijn. Het is deze ‘versimpeling’ die het mogelijk maakt om inzicht en kennis te ontwikkelen in deze complexe materie. Simulatiemodellen bieden grote experimentele vrijheid doordat grote variaties aan variabelen kunnen worden geanalyseerd en ‘what-if’ analyses kunnen worden uitgevoerd zonder dat daar proefpersonen bij te pas komen. Teamconcepten worden getoetst door gebruik te maken van teammodellen die weergeven hoe het werk over teamleden wordt verdeeld, hoe er wordt samengewerkt en welke communicatie en coördinatie deze samenwerking vereist. Doordat teammodellen reageren op een missieomgeving, opgevat als een reeks gebeurtenissen, wordt het mogelijk om de effecten van verschillende teamconcepten onder variërende omstandigheden te toetsen. Op basis van deze inzichten kunnen oplossingsrichtingen worden geformuleerd en wordt beter inzicht verkregen in de factoren die een rol spelen en de belangrijkste mechanismen. Doordat simulaties uitgaan van een sterk vereenvoudigd model dat vooral gericht is op ‘taakverdeling’ en ‘werkbelasting’, dient deze analytische methode als ‘eerste orde benadering’; het geeft inzicht in mogelijke oplossingsrichtingen. Voor een ‘volledige’ beantwoording en validatie zijn ook andere vormen van experimenten nodig. Gezien de vele oplossingsrichtingen en variabelen zijn simulaties een goed middel om de oplossingsruimte te verkleinen door inzichtelijk te maken welke concepten de meeste potentie hebben. Op basis van dit inzicht kunnen gerichte human-in-the-loop experimenten opgezet worden.



## 7 Referenties

- Baltes, B. B., Dickson, M. W., Sherman, M. P., Bauer, C. C., & LaGanke, J. S. (2002). Computer-mediated communication and group decision making: a meta-analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 87 (1), 156-179.
- Burns, T. R. & Stalker, G. M. (1961). *The management of innovation*. [London]: Tavistock Publications.
- Clancey, W. J., Jordan, B., Sachs, P., & Torok, D. (1993). Formal modeling for work system design. In Proceedings AAAI National Conference, Washington, DC.
- Entin, E. E., Diedrich, F. J., Kleinman, D. L., Kemple, W. G., Hocevar, S. G., Rubineau, B. et al. (2003). When do organizations need to change (Part II)? Incongruence in action. In Washington, DC.
- Entin, E. E. & Serfaty, D. (1999). Adaptive team coordination. *Human Factors*, 41, 312-325.
- Essens, P. J. M. D. (2000). Interaction of individual and team performance in ship command centres. In *Human Factors & Medicine Panel on Usability of information in battle management operations* (.).
- Essens, P. J. M. D., Post, W. M., & Rasker, P. C. (2000). Modeling a command center. In J.M.C.Schraagen, S. F. Chipman, & V. L. Shalin (Eds.), *Cognitive task analysis* (pp. 385-399). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Essens, P. J. M. D., Rasker, P. C., Post, W. M., & Hoeksema-van Orden, C. Y. D. (2000). *Teamfunctioneren in toekomstige commandovoering* (Rep. No. TM-00-A014). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Essens, P. J. M. D., Vogelaar, A. W. L., Mylle, J. J. C., Blendell, C., Paris, C., Halpin, S. M. et al. (2005). *Military command team effectiveness: model and instrument for assessment and improvement*. (vols. AC/323 (HFM-087)tp/59) NATO RTO.
- Gaillard, A. W. K. (2003). *Stress, productiviteit en gezondheid*. (tweede ed.) Amsterdam: Uitgeverij Nieuwerzijds.
- Galbraith, J. (1973). *Designing complex organizations*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Hildebrandt, M. & Harrison, M. D. (2002). The Temporal Dimension of Dynamic Function Allocation. In *Paper presented at 11th European Conference on Cognitive Ergonomics, Catania, Italy*.
- Inagaki, T. (2003). Adaptive Automation: Sharing and Trading of Control. In E.Hollnagel (Ed.), *Handbook of Cognitive Task Design* (pp. 147-189). Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jägers H.P.M. & Jansen W. (1995). *Het ontwerpen van effectieve organisaties*. Houten [etc.]: Stenfert Kroese.
- Jundt, D. K., Ilgen, D. R., Hollenbeck, J. R., Humphrey, S. E., Johnson, M. D., & Meyer, C. J. (2005). The Impact of Hybrid Team Structures on Performance and Adaptation: Beyond

Mechanistic and Organic Prototypes. In Paper presented at the annual meeting of the Society for Industrial/Organizational Psychology, Los Angeles.

Loo van de, S., Dobbelsteen van der, G., Maanen van, P., & Dongen van, K. (2005). *Business model* (Rep. No. TNO-DV1 2005 A142). TNO Defensie en Veiligheid.

MAAD (2001a). *Integrated Performance Modelling Environment: User Guide*. Boulder, CO: Micro Analyses and Design.

MAAD (2001b). *IPME Task Network: User Guide*. Boulder, CO: Micro Analyses and Design.

McGrath, J. E. & Hollingshead, A. B. (1993). Putting the group back in group support systems: some theoretical issues about dynamic processes in groups with technological enhancements. In L. Jessup & S. Valacich (Eds.), *Group Support Systems: New Perspectives* (pp. 78-96). New York: Macmillan Publishing Company.

Nachreiner, F. (1995). Standards for ergonomic principles relating to the design of work systems and to mental workload. *Applied Ergonomics*, 26, 259-263.

Neef, R. M. (2005). *A Basic Taxonomy of Human - Agent Collaborations* (Rep. No. TNO-DV1-2005-B123). TNO Defence, Security and Safety.

Neerincx, M. A. & Besouw, N. J. P. v. (2003). Cognitive task load: a function of time occupied, level of information processing and task-set switches. In D. Harris (Ed.), *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics* (Volume Six ed., pp. 247-254).

Post, W. M. & van den Broek, J. (2005). *Situationeel ontwerpen van teams* (Rep. No. TNO-DV3 2005-B089).

Schraagen, J. M. C. & Rasker, P. C. (2003). Team Design. In E. Hollnagel (Ed.), *Handbook of Cognitive Task Design* (pp. 753-789). Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Associates.

Thompson, J. D. (1967). *Organizations in action: social science bases of administrative theory*. New York [etc]: McGraw-Hill.


Van den Broek, J., Essens, P. J. M. D., & Van den Dobbelsteen, G. J. H. (2004a). *Nieuwe teamconcepten voor maritieme commandovoering* (Rep. No. TM-04-A066). Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Van den Broek, J., Van Delft, J. H., Essens, P. J. M. D., Helsdingen, A. S., & Meesen, W. R. M. J. (2004b). *Eindrapport toekomstige maritieme commandovoering [Final report future maritime Command & Control]* (Rep. No. TM - 04 - A068 | FEL - 04 - 0273). Soesterberg: TNO-TM.

van Fenema, P. C. (2003). Collaborative Elasticity and Breakdowns in High Reliability Organizations: Contributions from Distributed Cognition and Collective Mind Theory. In Second International Workshop on Analyzing Collaborative Activity (9th European Conference on Cognitive Science Approaches to Process Control), Amsterdam.

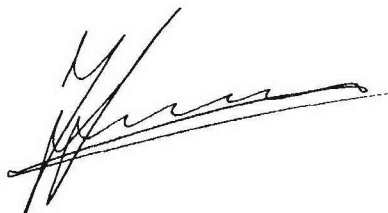
## 8 Ondertekening

Soesterberg, februari 2006

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'V' followed by 'een' and a long horizontal stroke.

Dr. H.A.H.C. van Veen  
Afdelingshoofd

TNO Defensie en Veiligheid

A handwritten signature in black ink, featuring a large 'J' followed by 'van den Broek' and a long horizontal stroke.

Dr. J. van den Broek  
Auteur

**REPORT DOCUMENTATION PAGE**  
**(MOD-NL)**

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL) TD2005-0466	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO TNO-DV3 2005 A261
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO 013.64060	5. CONTRACT NO -	6. REPORT DATE February 2006
7. NUMBER OF PAGES 45 (excl RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 28	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Analysis of adaptive team concept through simulation models: A survey Toetsing van adaptieve teamconcepten door middel van simulatiemodellen : een verkenning		
11. AUTHOR(S) dr. J. van den Broek		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Defence, Security and Safety, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands Kampweg 5, Soesterberg, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) -		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret..		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) In order to face-up-to future mission challenges, the RNLN needs new dynamic organizations and ways of work on board of future vessels. The aim of this project is to develop new team concepts. The concepts need to integrate and address the functions of the Command Information Centre, Technical Centre, and bridge. The team concepts need to be tested. For this purpose we developed an analytical framework that consists of five models: task model, crew mode, organisation model, resource model, and an environment model. The primary goal of the simulation models is to determine, which organizational structures best fit the demands of different mission environments and how and when these changes best are to be effectuated. Based on literature on adaptive organizations and the design of effective and stress resistant organisations, we presented an overview of elements that a simulation environment should contain. The design model and the elements described will be applied in simulation runs that are planned for the next phase of the Human-system task integration program. For this purpose, a number of experiments have been formulated that seek answers on specific research questions.		
16. DESCRIPTORS Dynamic task allocation	IDENTIFIERS Dynamic teams, simulation, performance assessment	
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution	17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd	

## Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen het managementuittreksel en de distributielijst van het rapport.

4 ex.	DMO/SC-DR&D
1 ex.	DMO/ressort Zeesystemen
1 ex.	DMO/ressort Landsystemen
1 ex.	DMO/ressort Luchtsystemen
2 ex.	BS/DS/DOBBP/SCOB
1 ex.	MIVD/AAR/BMT
1 ex.	Staf CZSK
1 ex.	Staf CLAS
1 ex.	Staf CLSK
1 ex.	Staf KMar
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Algemeen Directeur, ir. P.A.O.G. Korting
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Operaties, ir. C. Eberwijn
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Kennis, prof. dr. P. Werkhoven
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Markt, G.D. Klein Baltink
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Waarnemingssystemen (operaties), dr. M.W. Leeuw
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Beleidsstudies Operationele Analyse & Informatie Voorziening (operaties), drs. T. de Groot
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Manager Bescherming, Munitie en Wapens (operaties), ir. P.J.M. Elands
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Manager BC Bescherming (operaties), ir. R.J.A. Kersten
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg, Manager Human Factors (operaties), drs. H.J. Vink



**Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.**

- |       |   |
|-------|---|
| 1     | DMO/SC-DR&D<br>standaard inclusief digitale versie bijgeleverd op cd-rom  |
| 2/3   | DMO/DR&D/Kennistransfer   |
| 4     | Programmabegeleider Defensie,<br>KLTZ J.J. Teerstra, CAMS-ForceVision   |
| 5/7   | Bibliotheek KMA   |
| 8     | Programmaleider TNO Defensie en Veiligheid<br>drs. J.H. van Delft, Human in Command, vestiging Soesterberg                          |
| 9/10  | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,<br>Archief   |
| 11/12 | TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg,<br>Business Unit Human Factors,<br>dr. H.A.C.H. van Veen<br>dr. J. van den Broek |